5. 3. 263

5 P. 3

Digitized by Google

XI

1779

Digitized by Google

DESCRIPTION ET USAGES

DES

NOUVEAUX BAROMETRES,

POUR

MÉSURER LA HAUTEUR DES MONTAGNES,

ET LA

PROFONDEUR DES MINES,

APPARTENANTS AUX

COLLECTIONS D'INSTRUMENS D'ASTRONOMIE ET DE PHYSIQUE,

FAITS À LONDRES EN 1778 ET 1779,

PAR ORDRE DE LA COUR D'ESPAGNE:

AVEC UN

PRÉCIS DES BAROMETRES À GRANDE ÉCHELLE,

ET

D'UN MÉTÉOROGRAPHE CONSTANT.

PAR J. H. DE MAGELLAN,

GENTIL-HOMME PORTUGAIS, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES, DE L'ACADEMIE IMPERIALE DES SCIENCES DE PETERSBOURG, DE LA ROYALE DE MADRID, ET CORRESPONDANT DE L'ACADEMIE ROYALE DE SCIENCES DE PARIS.

À LONDRES:

De l'Imprimerie de W. RICHARDSON, dans le *Strand*:

Et se vende chez B. WHITE, Libraire, en *Fleet-street*; P. ELMSLEY, Libraire, dans le *Strand*; & W. BROWN, Libraire, au Coin d'*Essex-street*, près de *Temple-Bar*.

M DCC LXXIX.

5
3
263

AVERTISSEMENT.

CETTE Description des Nouveaux Barometres étant destinée à faire part de l'Appendice au Traité de l'Auteur sur les Octans & Sextans Marins ; *on a jugé à-propos de l'imprimer dans le même format, & de suivre les mêmes numéros, tant pour les articles, que pour les pages de ces feuilles.*

AVANT PROPOS.

IL y avoit dejà plus de trois mois, que je m'étois chargé de faire executer, à Londres, les cinq Collections d'*inſtrumens d'Aſtronomie & de Phyſique* pour la Cour de Portugal, mentionnés dans le N° 21, & ſuivans de cet Ouvrage ; lorſqu'un ordre ſemblable de la Cour d'Eſpagne, pour ſix Collections d'inſtrumens, à peu près du même genre, fut confié à mes ſoins. J'ai dejà indiqué ci-deſsùs (au dit N° 21 & ſuivans), que je m'étois propoſé, de donner une Deſcription plus particulière des inſtrumens, dont la nouveauté, ou les perfectionnemens, n'étoient point encore connus aux Auteurs qui en ont parlé. Comme les inſtrumens ordonnés par les deux Cours, ſont à peu de choſe près du même genre ; je partagerai mon travail, en deſtinant alternativement, au ſervice des obſervateurs de chacune des deux Cours, la deſcription particulière de ceux qui en auront quelque beſoin. Celle que je vais entreprendre, de mes Nouveaux Barometres, eſt deſtinée pour les Obſervateurs employés par la Cour d'Eſpagne. Elle ſera ſuivie d'une autre, ſur la conſtruction des Pendules aſtronomiques, appartenantes aux Collections de la Cour de Portugal. Et je continuerai de la ſorte : c'eſt-à-dire, en donnant, alternativement, (ſi le tems, & l'état de ma ſanté le permettent) la Deſcription de chaque eſpece des autres inſtrumens, qui ont beſoin de quelqu' éclairciſſement. A la fin, je donnerai deux liſtes, ou inventaires : l'un contenant tous les articles des Collections d'Eſpagne, & l'autre ceux des Collections de Portugal ; où je ne ferai qu'indiquer les paragraphes, par leurs propres numéros, au moyen deſquels le lecteur trouvera l'uſage de chaque piece.

ERRATUM PRINCIPAL.

Page 158, & ſuivans, *pour* Météorographe Perpetuel, *liſez toujours* Météorographe Conſtant.

TABLE

TABLE

DES

ARTICLES DE CE TRAITÉ SUR LES BAROMETRES.

	N°—Pag.
INvention du Barometre -	178--87
Denominations différentes -	179--*ib.*
Propriétés des Barometres Nouveaux	180--88
De la Boëte, ou Etui - -	186--89
Soutien pour le ſuſpendre -	188- *ib.*
Pour le refermir - - - -	189--90
Sur ſa Suſpenſion - - -	192--*ib.*
Precaution néceſſaire - -	193--91
Sur le Regulateur du reſervoir -	196--*ib.*
Sur quelques Inconveniens à éviter	199--92
Du Zero de la Colomne du Mercure	203--94
Pour obſerver ſa Hauteur -	206--95
Sur les deux Echelles - -	207--*ib.*
De la Poſition du Nonius -	209--*ib.*
Tables décimales pour la Réduction des Meſures Angloiſes & Françoiſes, &c. - -	213--97
Regle pour l'Uſage de ces Tables	218--98
De la Longueur de l'Echelle de ces Barometres -	226--98
Sur des Echelles plus grandes -	229-- 99
Sur la Température du Mercure dans le Barometre -	233--100
Sur la Température de l'Atmoſphere	234-- *ib.*
Qu'il faut avoir deux Barometres pour méſurer les Hauteurs, & quatre Thermometres ſemblables	236--101
Deſcription des Thermometres -	241--102
Avantages de l'Echelle de Fahrenheit	245--104
Réduction des deux échelles de R & F	246-- *ib.*
Ajuſtement des deux Barometres -	248--105
Pratique des Obſervations -	252--106
Sur l'Echelle de Correction -	257--108
Table Décimal des Expanſions & Contractions du Mercure, & ſon Uſage - - -	262--110
Réduction des deux Températures de l'Atmoſphere - -	270--112
Regles du Calcul des Hauteurs -	273--113
Table décimale de la Correction des Hauteurs, & ſon Uſage	284--116
Exemple premier, & Détail du Calcul - - -	288--117
Exemple ſecond, & Détail du Calcul - - -	294--119
Exemple troiſième, & Détail du Calcul - - -	300--122

	N°—Pag.
Table du Chevalier Shuckburg, & ſon Uſage - - -	303--123
Exemple premier par cette Methode	305--124
Exemple ſecond, & Detail de ce Calcul - - -	307--125
Rémarque ſur cette Méthode -	313--127
Rapport des Obſervations du Barometre aux Obſ. aſtronomiques	316--128
Maniére d'empaqueter ces Barometres	317-- *ib.*
Pour remplacer les Tubes caſſés -	322--130
Mécbaniſme du Réſervoir -	324-- *ib.*
Du Ciment plus excellent -	331--132
Préparation du Mercure -	333-- *ib.*
Pour le bouillir - -	334--133
Sur deux Diſpoſitions nouvelles des Barometres - -	341--135
Sur les Barometres de Chambre -	343--137
Sur les Obſerv. météorologiques	353--139
Sur les Prédictions du Barometre	356--140
Application des Barometres nouveaux pour ſervir aux Obſervations ſur Mer -	358--141
Déclaration de l'Inventeur -	361--145
Sur les petits Barometres Marins perfectionnés - - -	363--146
Sur le Manometre - -	363--147
Sur les Barometres pour les Obſervations plus communes -	364--149
Du Barometre de Deſcartes -	365--150
Du Barometre à Cadran -	366--151
Du Barometre Diagonal - -	367--152
Du nouveau Barom. Stéréometrique	368-- *ib.*
Du nouveau Barometre Sectoral	369--154
Du Barometre Statique -	370--155
De l'Horloge Perpétuel - - -	372--158
Des Montres qui ſe remontent d'elles-mêmes - -	*ib.*-- *ib.*
Du Météorographe - -	373- *ib*
Du Thermometre ouvert -	375 *A.*--162
Du Thermometre Métallique -	375 *B.*--163
De l'Hygroſcope - -	375 *C.*-- *ib.*
De la Girouette - -	376-- *ib.*
De l'Anemometre - -	376 *A.*-- *ib.*
Du Pluviometre - -	376 *C.*--165
De l'Atmidometre - -	376 *D.*-- *ib.*
Du Rhoiametre - -	376 *G.*--164
Avis d'un autre Météorographe -	*ib.*

Digitized by Google

DESCRIPTION du BAROMETRE NOUVEAU,

ET

METHODE PRACTIQUE DE S'EMPLOYER À MESURER LES HAUTEURS DES MONTAGNES, &c.

Sur le Barometre en général.

178. On doit l'invention du Barometre au fameux Torricelli, ami & ſucceſſeur du grand Galilée : mais il y a eu, depuis lui, un grand nombre d'habiles Gens de preſque toutes les nations de l'Europe, qui s'appliquerent à perfectioner cet inſtrument. En effet le Barometre eſt un inſtrument des plus difficiles à réunir toutes les qualités, dont on a beſoin, pour en tirer le plus grand parti poſſible. M. de Luc, ſavant Genevois, actuellement à Londres, ſemble avoir plus travaillé de nos jours, ſur cet objet, qu'aucun de ceux qui l'ont précédé ; comm' il paroit par ſon grand ouvrage ſur les *Modifications de l'Atmoſphere*, qui eſt géneralement connû & eſtimé de toute l'Europe.

Dénominations différentes de cet Inſtrument.

179. Les Savans & les Artiſtes Anglois n'ont pas manqué d'appliquer, depuis long tems & même récemment, leurs attentions à ce genre d'inſtrumens ; dont les dénominations ſont devenues preſqu' auſſi variées & nombreuſes, comm' il y a eu des perſonnes, qui donnerent quelque conſtruction différente au Barometre, ou qui y firent quelqu' addition plus avantageuſe, du moins à quelques égards. C'eſt à leur imitation, que j'oſe donner *mon nom* au Barometre, dont je vais donner la deſcription ; parcequ'il ſemble réunir les avantages des meilleurs Barometres qu'on connoit actuellement, ſans en avoir les defauts : & cette ſeule circonſtance le rendroit ſupérieur à tout autre, lors même qu'il n'auroit point les autres qualités, qui lui doivent aſſurer la préférence.

Propriétés de ces Barometres nouveaux.

180. En *premier lieu*, ce Barometre a les propriétés du Barometre à-ſiphon de M. de Luc; mais ſans que la moindre bulle d'air y puiſſe entrer dans le tuyau, quoiqu'on le renverſe, ou qu'on le tourne dans tous les ſens: & cette circonſtance le rend parfaitement portable.

181. En *ſecond lieu*, les varietés produites, dans la hauteur de la colonne de mercure, par la coheſion & la repulſion de ſes deux extrêmités, aux différens points de la ſurface interieure du tube, y ſont compenſées; parcequ' elles agiſſent en ſens oppoſé, les unes des autres, dans une étendue tout-à-fait ſemblable des ſurfaces des deux tuyaux qui les renferment, & qui ont le même diametre.

182. En *troiſieme lieu*, par la même raiſon, la figure convexe de ces deux ſurfaces devient ſemblable, & ne peut point produire l'incertitude qu'il y a, lors qu'une des ſurfaces eſt beaucoup plus étendue que l'autre; ou pour mieux dire, lorſque la ſurface du mercure dans le reſervoir eſt plate, & celle de ſa colonne dans le tuyau ſuperieur eſt convexe; comm' il arrive toujours dans les Barometres ordinaires.

183. En *quatrieme lieu*, ces deux ſurfaces, tout-à-fait ſemblables, ſont obſervées toutes deux à découvert, ſans compter que ſur l'évidence des propres yeux. Au lieu qu'il eſt impoſſible d'obtenir cet avantage, ni celui du nombre précédent, dans les Barometres des meilleurs artiſtes, ou dans aucun autre, dont la ſurface du mercure, dans le reſervoir, forme une des extremités de la colonne mercurielle; lors même qu'elle y ſoit obſervée, en la prennant par le moyen d'une piece flotante d'ivoire, ou d'une autre matiere.

185. En *cinquieme lieu*, par la même raiſon, d'obſerver à découvert les deux extremités de la colonne du mercure, il n'y a pas à craindre aucune mépriſe de la part de l'artiſte dans la determination du *zero*, ou extrémité inferieure de la colonne mercurielle. Car, outre que le poids de la piece flotante, peut varier avec le tems, depuis que les diviſions & diſtances de la mèſure des hauteurs ont été determinées; il y a toujours quelque doute ſur l'effet du frotement, que la tige de cette piece ſoufre dans les cotés de ſon chaſſis, pour obeïr à la reſiſtance, que ſa baſe rencontre, dans la ſurface du mercure du reſervoir.

185. On verra quelques autres avantages de ce nouveau Barometre dans les N° 190, 191, 192, 193, 320, &c. dont je ne parlerai point à preſent; parce qu'il ſera plus court de les annoncer au même tems, que j'en décrirai la conſtruction. A l'égard du vrai mérite des *Inventions*, voyez la *Note F* de mon *Traité* ſur les *Octants*.

Forme de la Boëte.

186. La figure 39 repréſente le Barometre, tout fermé dans ſa boëte E F de mahogany, par le moyen des trois anneaux de metal *g b b*, dont le plus grand *g* peut paſſer par deſſùs les deux *b* & *b*; & celui du milieu *b*, par deſſùs le plus petit *b*. Chaqu' anneau a les deux rebords, un peu elevés au deſſùs de ſon plan: & ils ſont guillochés, pour être mieux ſaiſis par la main, en les otant, où en les mettant à leur place.

187. Cette boëte E F a la forme d'un cylindre creux, fendû en trois branches depuis *a a* juſqu'à F; qui ſont excavées au dedans, pour recevoir le corps du Barometre; & garnies avec des bouts de fer à l'extremité F. Ces trois extrêmités forment enſemble une pointe ronde fort obtuſe; mais lorſqu'elles ſont ſéparées, leurs pointes devienent aſſez tranchantes, pour tenir fermement ſur le terrein, ou même ſur le plancher, où elles appuient. *Voyez la* figure 41.

Du Soutient de l'Inſtrument.

188. C'eſt ſur la boëte *a t t t* que la Barometre doit être ſuſpendu (N° 191, 192.): & ſon propre poids l'y rend perpendiculaire à l'horizon, ſans avoir beſoin d'être ajuſté par l'Aplomb, que M. de Luc employe avec ſon Barometre. Il eſt vrai, que, s'il y a quelque vent aſſez ſenſible, lorſqu'on obſerve à découvert, il cauſe des vibrations, qui rendent l'obſervation difficile. Pour obvier à cet inconvenient, j'avois fait ajouter, au dedans de chaque jambe du ſuſpenſoir, une tringle de bois, qui y tenoit par une charniere, & qui ſe plioit au dedans lorſque les jambes etoient fermées, comme dans la fig. 39. Lorſqu'on ouvroit le ſuſpenſoir, on faiſoit tomber les trois tringles ſur le reſervoir *n c*, [fig. 41.] du Barometre; & elles l'y arrêtoient fermement.

Methode

Methode pour rafermir l'Inſtrument.

189. J'ai ſupprimé cependant ce mechaniſme dans la ſuite; parceque j'ai trouvé, qu'on pouvoit obtenir plus aiſément toute la fermeté qui eſt requiſe, en attachant deux bouts de ficelle au deux jambes du ſuſpenſoir: on fait un double, ou triple tour avec les deux ficelles enſemble, autour de la boëte, ou reſervoir, du Barometre (mais ſans le déranger de ſa poſition verticale): & on les lie tout uniment à la troiſieme jambe du même ſuſpenſoir.

190. Dans ces Barometres chaque branche tient à la couronne, ou partie ſuperieure *F a a*, par une charniere, comme les fig. 39 & 41 le répreſentent; en ſorte qu'on peut les ouvrir autant qu'on veut, ſans forcer ni gâter les gonds, comm' il doit arriver dans un cas pareil, lorſque leur conſtruction eſt, comme celle qu'on voit repréſentée au N° 33. des *Tranſactions Philoſ.* de Londres, vol. lxvii. p. 658.

191. Meſſ. Nairne & Blunt penſerent à la nouvelle conſtruction que je décris, pour remplir l'objet que je leur avois recommandé, d'avoir la ſuſpenſion du Barometre dépendente d'une plaque, qu'on fut à même de tourner du coté du jour le plus avantageux; à fin d'obſerver, avec préciſion & ſans gêne, les deux extrêmités de la colonne mercurielle, comm' on le verra bientôt. En effet il y a, au dedans de la couronne ſuperieure *x*, une plaque ronde qui eſt mobile dans le ſens horizontal: & qui porte l'axe du cercle, où ſont les deux entailles triangulaires, où le Barometre eſt ſuſpendû. Voici actuellement, comment il faut monter cet inſtrument.

Maniere pour ſuſpendre le Barometre.

192. Prenez le Barometre, comm' il eſt dans ſa boëte (fig. 39.): & mettez-le ſur une table, ou ſur un autre plan horizontal, ayant les deux petits cercles noirs *d* (même figure) tournés en haut. Otez les trois anneaux *g b b*; levez, ou pliez en haut, les deux branches, ou plutôt jambes ſuperieures: tirez le Barometre du dedans, & établiſſez la boëte à trois jambes dans l'endroit, où vous voulez obſerver, comm' on la voit dans la *figure* 41. Enſuite ôtez la calote *z z*, qui eſt de metal, & ſert à boucher la boëte. *Voyez le* N° 321.

Précaution néceſſaire.

193. Il eſt fort à propòs d'examiner, avant de monter le Barometre dans ſon trépied, ſi par hazard il s'eſt introduite quelque bulle d'air dans ſon tuyau : car ſi celà arrivoit, l'obſervation ne vaudroit rien, comme je le remarquerai tantôt (N° 198.) Pour cet effet j'ai fait ouvrir un gros trou *K*, au ſommet du Barometre, qu'on voit tout près de l'anneau ſupérieur ; à fin que le bout du tuyau paroiſſe tout à decouvert, & qu'on puiſſe l'examiner ſans la moindre difficulté.

194. Faites donc paſſer la tige, ou partie etroite *K* du Barometre, (fig. 41.) par l'anneau mobile, qui eſt en *a x* (fig. 41.) : & faites poſer les deux bouts de ſon petit eſſieu, ſur les deux entailles angulaires au dedans de cet anneau mobile *a x* ; qui par conſequence fournit une ſuſpenſion tout-à-fait libre, comme celle des bouſſoles de mer : de façon que le poids du reſervoir & du mercure qu'il contient, mettent toujours la tige du Barometre dans le ſens perpendiculaire à l'horizon. (N° 188.)

195. Tournez horizontalement l'anneau mobile *a x*, autant qu'il le faut, pour que le tube du Barometre ſoit entre vous & la lumiere du jour. Enſuite deviſſez peu à peu la tige quarrée de la vis *c*, qui eſt à double pas, en la tournant de la droite à la gauche, par le moyen la clef *a*, ſemblable à celle qui eſt repréſentée par la fig. 21. ; & qui ſe trouve dans la boëte du même inſtrument, couverte par un morceau de cuir. C'eſt au bout de cette vis, que ſe trouve une plaque très mobile, ſur laquelle eſt ſoutenu le ſac de cuir, qui forme le fond du réſervoir, où eſt le mercure. On verra le mechaniſme de ce réſervoir au N° 324, & dans la *figure* 48.

Du Bouchon du Réſervoir.

196. Lorſque cette vis *c* ne peut plus tourner, de la droite à la gauche, ſans la forcer ; tournez alors la rondelle *e e* (fig. 42.) de la gauche à la droite : & le mercure deſcendra dans le petit tube *b* (même fig.). Prenez auſſitôt la clef (fig. 17.) qui ſe trouve auſſi dans la même boëte : mettez-la dans la cheville d'ivoire *n* : & faites-

lui faire un ou deux tours, de la gauche à la droite, pour laiſſer entrer de l'air extérieur dans le petit tuyau *b:* car cette cheville d'ivoire a un petit trou dans le milieu, par le quel ſe fait la communication de l'air extérieur avec le réſervoir, auſſitôt qu'elle fait un tour ou deux de la gauche à la droite.

197. Cette rondelle *e e* (fig. 41 & 42.) eſt une piece nouvelle, que Mr. Blunt inventa, pour obtenir l'avantage que je lui avois indiqué, de pouvoir rétrécir, plus ou moins, le creux du réſervoir, ſelon qu'il y auroit plus ou moins de mercure, qui doive y rentrer, à cauſe de différentes élevations, où l'on aura des obſervations à faire avec le Barometre.

198. Cette circonſtance eſt plus importante qu'on ne le penſe ordinairement: car ſi la vis *c* eſt trop longue, & qu'on la deviſſe en ſorte, que la ſurface du mercure, dans le réſervoir, ſoit au deſſous du bout inferieur du tuyau; l'air extérieur entrera dedans; & l'on ne pourra pas employer le même Barometre, ſans faire bouillir le mercure de nouveau dans ſon tuyau, pour le repurger de tout air; autrement il ne montreroit point la vraie hauteur du mercure, qui correſpondroit à la preſſion de l'atmoſphere. Parceque la grande élaſticité de l'air, les expanſions & contractions très conſidérables, qu'il reçoit par la chaleur & par le froid, ne ceſſeroient pas de rendre fort équivoques, les hauteurs de la colonne mercurielle dans le Barometre.

Il eſt inconvenient de faire rebouillir le Mercure.

199. L'operation de faire bouillir le mercure, comm' il faut, dans le tuyau de verre qui fait la partie eſſentielle de cet inſtrument, demande beaucoup d'attention, des commodités, & du loiſir. [*Voyez* le N° 335, & ſuivans.] Il y en a outre celà, le hazard de faire crever le tuyau par l'action du feu, toutes les fois qu'on manque à le faire échauffer par dégrés fort lentement; ce qui n'eſt pas poſſible de practiquer ſur une montagne, ſans avoir pris beaucoup de précautions & du trouble, que peu du monde veut endurer dans des circonſtances pareilles. Ainſi l'on ne doit point oublier tout ce qui peut contribuer à empêcher des accidens pareils.

200. La capacité interieure, qu'il faut menager à diſcretion, dans le creux du reſervoir des bons Barometres portatifs, peut aller quelquefois au delà d'un demi-pouce en hauteur. Car il faut toujours que ſon tuyau ait un diametre raiſonnablement grand; c'eſt-à-dire, il faut que ſon diametre ait environ deux dixiemes, ou même *un quart* de pouce, pour éviter les effets du frotement du mercure contre la ſurface interieure du tuyau: outre cette circonſtance, il faut que ce tuyau ſoit aſſez long, pour qu'il y reſte un eſpace vuide de quelques pouces, lorſqu'on obſerve dans des endroits les plus bas, comme dans les valées profondes, ou dans les mines, &c.

201. Or on conçoit bien, qu'il y a des obſervations ſur des hautes montagnes, où le tuyau doit reſter vuide au delà de 20 pouces, (N° 228.): & par conſequent, ſi le réſervoir n'eſt que d'environ *un pouce & demi* en diametre, il eſt clair, qu'on aura beſoin de menager un vuide dans le reſervoir, au delà d'un demi-pouce de hauteur. Car, la hauteur des cylindres égaux étant en raiſon inverſe des quarrés de leurs baſes; on voit que $\frac{20\times,25}{1,5^2}=\frac{20\times,0625}{2,25}=\frac{1,25}{2,25}=,55$. C'eſt-à-dire, le *quarré* de la baſe 1,5 eſt pour le *quarré* de ,25; comme la hauteur 20, pour la hauteur ,55.

202. Mais cette quantité dans la hauteur du creux du réſervoir, ne doit pas être employée qu'à meſure qu'on en a beſoin, ſelon les circonſtances du lieu, où l'on fait l'obſervation, comme je l'ai remarqué dejà au N° 197. Car autrement on peut, faute de cette precaution, déranger l'inſtrument; & manquer ſon obſervation. Ainſi Mr. Blunt diſpoſa la piece *e e* (fig. 42.) en forme d'un écrou aſſez long, qui peut tourner ſans ſortir de ſa place. En le tournant à la main de la droite à la gauche, on fait monter une groſſe vis, au dedans de laquelle paſſe la vis-à-double pas, qu'on fait deſcendre par la clef *c* (fig. 41 & 42.) en la tournant dans le même ſens: c'eſt-à-dire, en la tournant de la droite à la gauche. Cependant, ſi le diametre *p q* (fig. 48.) du réſervoir de ces Barometres eſt au delà de 2 pouces, il n'y a pas lieu de craindre l'accident dont je viens de parler, même dans les plus hautes montagnes: & par conſequence la ſeule vis *c*, étant aſſez longue, peut ſuffire à ces Barometres.

Maniere

Maniere d'obſerver le Zero de la Colonne Mercurielle.

203. Auſſitôt que le mercure deſcend dans le petit tuyau *b* (fig. 42.), on abandonne la rondelle *e e*; &, reprenant la clef *c*, on la tourne d'un coté ou de l'autre, juſqu'à ce que la partie convexe du mercure, qui eſt au dedans du petit tuyau *b*, ſoit vue en contact avec la ſection ſuperieure de l'anneau de metal qui le couvre. Il ne faut pas oublier de tourner la Barometre contre la lumiere du jour (N° 195.) à fin de voir la ſurface du mercure, qui eſt convexe, avec toute la diſtinction poſſible. Il eſt auſſi fort à propòs de donner quelques petits coups avec le doigt dans la boëte *n c* (fig. 41.) du réſervoir, pour aider le mercure à ſurmonter la cohéſion qu'il a avec l'interieur du tube, à fin d'obeïr plus librement à la vraie preſſion de l'atmoſphere.

204. Pour bien faire cette obſervation, il faut toujours mettre l'œil en ſorte, que les deux ſurfaces, antérieure & poſtérieure, de cet anneau, paroiſſent ne faire qu'une ſeule ligne, à fin d'éviter toute parallaxe: & il faut auſſi que, dans le méme tems, la ſurface convexe du mercure qui eſt dedans, paroiſſe la toucher, comm' un arc de cercle touche ſa tangente. Cette circonſtance eſt repreſentée par la *fig.* 43: *a a* montre la ſurface ſuperieure de l'anneau de metal, vue en ſorte qu'elle paroit former une ſeule ligne avec l'autre ſurface poſtérieure: & *n c n* repréſente la ſurface convexe du mercure au dedans de ce tuyau, qui touche en *c* la ligne *a a*. Cette ligne eſt proprement le *zero* de l'échelle, qui meſure la colonne mercurielle.

205. Après s'être aſſuré, pendant quelques minutes, que la ſurface du mercure eſt exactement en contact avec la ligne apparente *a a*, on paſſera à meſurer la hauteur de la ſurface ſupérieure *d*, *fig.* 41. du Barometre. Pour le faire, on prend la clef *c*, *fig.* 41.: on la met dans la tige quarrée, près de *a* (méme fig. 41.): & on fait mouvoir, par ce moyen, l'anneau ſupérieur, qui embraſſe le tuyau en *d*. Cet anneau ſe trouve par derriere la piece du *Nonius*, repréſentée toute ſeule dans la *figure* 44.

Maniere

Maniere d'obſerver la Hauteur de la Colonne Mercurielle.

206. On doit appliquer l'œil, comme je l'ai dit ci-deſsùs (N° 204.) en regardant à travers le tuyau contre le jour; car la planche, ou chaſſis du Barometre a une fente par derriere, dans le milieu, qui eſt auſſi longue comme les échelles de metal. On mettra l'œil en ſorte, que la ſurface ſupérieure du mercure paroiſſe toucher la ligne, qui eſt formée par la ſurface antérieure & poſtérieure de l'anneau du Nonius, où le tuyau eſt renfermé de même qu'une tangente touche un cercle, comme je l'ai dit ci-deſsùs (N° 204), en parlant de la ſurface inférieure.

Sur les Echelles des Pouces Anglois & François.

207. L'anneau ſupérieur *d* (fig. 41.) dont je viens de parler, eſt couvert par la piece à couliſſe, qui porte les deux *Nonius*, un de chaque coté. Celui à la droite gliſſe ſur une échelle de pouces François, dont chacune eſt diviſée en 12 lignes, & chaque ligne eſt ſubdiviſée par le *Nonius* en 10 parties: en ſorte qu'on peut connoître, par le moyen de ce *Nonius*, quelle eſt la hauteur de la colonne mercurielle, juſqu'à la 120me partie (10x12=120) du pouce François.

208. L'échelle qui eſt de l'autre coté, à la gauche de l'obſervateur, eſt diviſée en pouces Anglois: chacun en eſt ſubdiviſé en 20me de pouce: & le *Nonius* ſubdiviſe chaque 20me en 25 parties: ce qui fait voir la hauteur de la colonne de mercure, juſqu'a la 500me partie d'*un* pouce Anglois (20x25=500). Mais le *Nonius* étant numéroté à double, pour la commodité du calcul: c'eſt-à-dire, les premieres 5 diviſions étant marquées 10; les 20 étant marquées 40; & les 25 étant marquées 50; alors chaque diviſion eſt comptée par deux milliemes de pouce: ce qui revient au même; car chaque $\frac{1}{500}$ eſt la même choſe que $\frac{2}{1000}$ de pouce.

Poſition du Nonius.

209. Lorſque la ligne *c c* du *Nonius* (fig. 44.) coincide avec celle de l'anneau qui eſt par derriere; alors les hauteurs ſenſibles de la colonne du mercure, ſont montrées exactement par le *Nonius*, ſur chacune des deux échelles; c'eſt-à-dire, en pouces & leurs parties reſpec-

tives du *pied François*, ou du *pied Anglois*. Ce ſera cependant ſur cette derniere meſure (l'*Angloiſe*), que je donnerai tantôt les regles pour calculer les hauteurs des montagnes, ou d'autres endroits quelsconque, d'après celles du Barometre.

210. En adoptant la meſure du *pied Anglois*, par préférence à celle du *pied François*, je rends juſtice aux travaux extraordinaires que différens Savans d'Angleterre ont entrepris ſur cet objet, pour découvrir la vraie loi, qu'on peut adopter avec certitude dans ce genre d'obſervations, à fin determiner les hauteurs reſpectives de différens endroits, par celles du Barometre. D'ailleurs la ſubdiviſion du *pouce François* en 12 *lignes*, eſt bien moins commode pour le calcul, que celle de la diviſion décimale du *pouce Anglois*.

211. Il ſeroit fort à ſouhaiter, qu'on adoptat, tout par tout, les diviſions décimales; c'eſt-à-dire, qu'on ſubdiviſat en parties décimales toute ſorte de meſures pour les grandeurs étendues & numéraires, tant geometriques que civiles. Ceci faciliteroit infiniment le calcul des mêmes meſures; & de leurs reductions, à celles des autres pays. Il eſt fort remarquable, que l'Arithmétique des Arabes, dont le ſyſtême eſt purement décimal, ſoit adoptée dans preſque toutes les Nations policées du monde, ſans qu'aucune ſe ſoit aviſée de s'y conformer pour la ſubdiviſion de leurs meſures particuliéres, tant lineaires que cubiques. Mais la race humaine n'eſt que trop inconſéquente & capricieuſe, pour s'en attendre rien de bien regulier & convenable; lors même qu'il s'agit de ſon propre interêt.

212. Quoique je ne parlerai dans ce Traité que des *pouces Anglois*: & que les *lignes* & *pouces François*, qui leur correſpondent, ſoient également indiquées, ſur la même échelle de ces Barometres, par la ſeule piece qui porte les deux *Nonius* (N° 207.): je donnerai cependant ici la methode génerale pour réduire les uns dans les autres, avec très peu de trouble, par le moyen des *Tables Décimales* ſuivantes. Ces Tables ſont formées, ſur la proportion établie d'après l'examen eſcrupuleux, que feu Mr. Bird fit des deux meſures; en comparant le pied de l'*étalon François*, fixé derniérement par Ordre du Roi de France en 1766 (*Aſtronomie* de M. de la Lande, N° 2637), avec le vrai *pied Anglois*, dont le même célébre artiſte avoit rétabli, ou, pour mieux dire, refait l'*étalon original*, qui ſe trouve dans l'Echiquier à Londres. La vraie proportion entre les deux pieds fut trouvée,

comme le nombre 106,575 pour 100,000: de façon que 100,000 *pieds François* ſont égaux préciſement à 106,575 *pieds Anglois.*

Tables Décimales pour réduire les Meſures Angloiſes *en* Meſures Françoiſes.

213. TABLE 1re. A.

Pouces Anglois.	Pouces François.
1	,938306
2	1,876612
3	2,814918
4	3,753224
5	4,691530
6	5,629836
7	6,568142
8	7,506448
9	8,444754

214. TABLE 2de. *B.*

Dixiemes du Pouce Angl.	Lignes du Pouce François.
,1	1,125967
,2	2,251934
,3	3,377901
,4	4,503868
,5	5,629835
,6	6,755802
,7	7,881769
,8	9,007736
,9	10,133703

Tables Décimales pour réduire les Meſures Françoiſes *en* Meſures Angloiſes.

215. TABLE 3me. *C.*

Pouces François.	Pouces Anglois.
1	1,06575
2	2,13150
3	3,19725
4	4,26300
5	5,32875
6	6,39450
7	7,46025
8	8,52600
9	9,59175

216. TABLE 4me. D.

Lignes Françoiſes.	Parties décimales du Pouce Angl.
1	,0888125
2	,1776250
3	,2664375
4	,3552500
5	,4440625
6	,5328750
7	,6216875
8	,7105000
9	,7993125

Digitized by Google

217. Ces Tables peuvent ſervir également pour réduire les autres *meſures Angloiſes* en *meſures Françoiſes*; & au contraire, ces *dernieres* en *meſures Angloiſes*, ſoit des pieds, ou des toiſes, comm' on va le voir dans les exemples ſuivans. En voici la methode.

Régle pour employer ces Tables.

218. Lorſqu'on veut reduire les *pouces Anglois* en *pouces François*; ou au contraire, ceux-ci dans les prémieres, il faut

1mo, Ecrire chaque chiffre ſéparement, ſelon ſon rang, dans des *lignes* différentes, l'une au deſſous de l'autre.

Et 2do, il faut prendre dans la Table 1re, le nombre correſpondant à celui de chaque *ligne*: ayant ſoin d'avancer la *virgule* des décimales, d'autant de places, à la *droite* ou à la *gauche*, comm' il y en a *avant*, ou *après*, les *unités* de chaque *ligne* du nombre propoſé: & la ſomme donnera le nombre de *pouces Françoiſes*.

Exemple 1er.

219. L'on veut ſavoir la valeur de 29,756 *pouces Anglois*, en *pouces François?* ou même en *lignes Françoiſes?* Dans le premier cas, il faut employer la Table A: & dans le ſecond cas, on employe la Table B. En voici l'opération ſelon la régle ci-deſsùs.

Pouc. Angl.	Par la Table 1re.	Par la Table 2de.
20,000	18,76612	225,1934
9,000	8,44475	101,3370
,700	,65681	7,8817
,050	,04691	,5629
,006	,00562	,0675
	11,2331	12,322

29,756 *P. Angl.* = 27,92021 *P. Franç.* = 335,0425 Lignes Fran.

220.

220. *N. B.* 1°. On peut réduire également les *pieds Anglois* en *pieds François* par la même Table 1re : & ſi l'on employe la Table 2de, on aura le nombre des *pouces François*, qui leur correſpondent ; par exemple, 29,756 *pieds Anglois*, font 27,920 *pieds François*, ou 335,042 *pouces François*.

221. *N. B.* 2do. La même Table 1re ſert auſſi pour réduire les *toiſes Angloiſes* [fathoms] en *toiſes Françoiſes* ; par exemple, 29,756 *toiſes Angloiſes* font 27,92022 *toiſes Françoiſes*. Ce nombre multiplié par 6, fait 167,52126 *pieds François* ; la fraction ,52126 multipliée par 12, fait 6,25512 *pouces François* : & la fraction ,25512 multipliée par 12, fait 3,06144 *lignes Françoiſes*. Ainſi l'on trouve que 29,756 *toiſes Angloiſes* ne font que 27 *toiſes Françoiſes*, & 92022 *diximes* : ou plus exactement 167 *pieds François*, 6 *pouces*, 3 *lignes Françoiſes*, & la petite fraction de 61 *milliemes* de *ligne*.

EXEMPLE 2d.

222. Pour réduire les meſures *Françoiſes* en meſures *Angloiſes*, on employera les Tables 3me & 4me, par la même methode de l'exemple premier. Suppoſons qu'on a 27 pouces, 11 lignes, & ,042 *décimales* de *ligne*, pour être réduits en *pouces* d'Angleterre ?

Operation.

20,000	- -	21,3150	par la Table 3me.
7,000	- -	7,4602	
10,000	- -	,8881	par la Table 4me.
1,000	- -	,0888	
,040	- -	,0035	
,002	- -	,0002	
		1,221	

29,7558 *Pouces Anglois.*

223. *N. B.* 1°. Si au lieu de 27 *pouces*, 11 *lignes*, on avoit ſimplement 27,9202 *pouces François* à réduire en *pouces Anglois* ; il faudroit employer la Table 3me : & le reſultat ſeroit auſſi exact.

Operation.

20,0000	- -	21,3150	par la Table 3me.
7,0000	- -	7,4602	
,9000	- -	,9592*	
,0200	- -	,0213	
,0002	- -	,0002	
		1,110	

27,920 *Pou. Fr.* font 29,7559 *Pouces Anglois.*

* *On verra dans le* N° 287 A. *pourquoi l'on a pris* ,9592 ; *au lieu de* ,9591, *qui eſt le nombre de la Table troiſieme.*

224. *N. B.* 2°. Si l'on auroit 27,92 *pieds François*, ou 27 pieds, 11 pouces, on employeroit également les Tables 3me & 4me, ou encore mieux la Table 3me toute ſeule, qui donneroit 29 pieds & la fraction ,7556; la quelle multipliée par 12, donneroit 9,067, c'eſt-à-dire, 9 *pouces*, & 67 *milliemes* de pouce Anglois.

225. *N. B.* 3°. Si l'on avoit des *toiſes Françoiſes* pour réduire en *toiſes* [fathoms] d'*Angleterre*, le nombre 29 ſeroit celui de *toiſes* [fathoms] *Angloiſes* qui leur correſpondent: la fraction ,7556 multipliée par 6, donneroit 4,5336 pieds de plus. Cette derniere fraction 5336 multipliée par 12, donneroit 6,403: c'eſt-à-dire, 6 *pouces*, 4 *dixiemes*, & 3 *milliemes* de pouce. Ainſi le total ſeroit 29 *fathoms*, 4 *pieds*, 6 *pouces*, & 403 *milliemes* de *pouce Anglois*.

Sur la Longueur de l'Echelle du Barometre.

226. L'échelle des Barometres de cette eſpece, qu'on employe ordinairement dans les obſervations ſur des montagnes, n'a qu'environ 12 pouces Anglois: c'eſt-à-dire, les colonnes du mercure qu'on y peut obſerver, ſont depuis 19 juſqu'à 31 pouces & un quart, ce qui doit ſuffire pour les obſervations ordinaires. Car la hauteur du Barometre au niveau de la mer, n'eſt que de 30,04 pouces, hauteur moyenne qu'on a déduite de 132 obſervations, faites ſur le bord de la mer en Italie & en Angleterre. Voyez les *Tranſact. Philoſ.* vol. lxvii. N° 39. p. 586.

227. Ainſi la colonne de mercure de 31,25 correſpond à une profondeur de 171 *toiſes Angloiſes* [fathoms] & *demie*, ou 1029 pieds d'Angleterre, au deſſous du niveau de la mer: & celle de 19 pouces correſpond à une hauteur de 1989,46 toiſes Angloiſes, ou 1193,76 pieds au deſsùs du même niveau; lorſque la temperature moyenne de l'atmoſphere ſe trouve à 31,24° de Fahrenheit (N° 277.) Le mont Ætna ſelon la meſure de M. de Sauſſure, n'a que 10954 pieds (*Phil. Tranſ.* vol. lxvii. p. 595.): & par conſéquent le barometre n'y doit deſcendre (ſuppoſant la même temperature) que ſeulement juſqu'à 19,73 pouces.

228. Mais on trouve en Europe le mont Roza entre les Alpes, dont la hauteur priſe geometriquement par le fameux P. Beccaria de

Turin, eſt 2514 *toiſes Angloiſes* (Phil. Tranſ. vol. ci-deſsùs); le Barometre y doit deſcendre à 16,839 pouces: & le Mont Blanc entre les Glacieres de la Suiſſe, dont la hauteur priſe de même, eſt 2610,3 *toiſes Angloiſes*, (mêmes Tranſ. Philoſ.); ainſi le Barometre y doit ſe trouver à 16,47 pouces Angloiſes. Celle-ci eſt reputée la plus haute montagne de l'Europe, Afrique, & Aſie. Cependant, ſelon M. de la Lande (N° 2695 de ſon *Aſtronomie*) la montagne, nommée *Chimboraço*, dans le Peru, a 3217 *toiſes Françoiſes* en hauteur, ce qui fait 3428 toiſes & demie Angloiſes. Si cette meſure eſt au deſsùs du niveau de la mer, & bien exactement priſe (voyez le vol. lxviii. des Tranſ. Philoſ. N° 32, p. 686.); le mercure dans le Barometre y doit avoir deſcendu juſqu'à 13,641 *pouces Anglois*, dans une temperature de 31,24 de Fahrenheit, comm' on peut le calculer par la régle du N° 275.

Mechaniſme pour pouvoir employer des Echelles plus longues.

229. Ce fut d'après ces conſiderations, que je pris la réſolution de faire mettre à quelques uns des Barometres ordonnés par la Cour d'Eſpagne, qui peut-être ſeront envoyés dans l'Amerique Eſpagnole, des échelles qui puiſſent meſurer les plus grandes hauteurs, en leur donnant la longueur depuis 13 juſqu'à 32 pouces.

230. Pour avoir la premiere, c'eſt-à-dire, celle de 13 pouces Anglois, on ſera obligé de ſe trouver elevé au deſsùs du niveau de la mer 3637,57 *toiſes* [fathoms] *Angloiſes*: & pour obſerver la ſeconde, c'eſt-à-dire, 32 pouces dans le Barometre, il faudra deſcendre à une profondeur de 1647 *pieds Anglois*, lorſque l'atmoſphere ſe trouve au 31,24 degré de Fahrenheit; ou de 1770,1 pieds, lorſque la temperature moyenne de l'air eſt celle de 62 degrés du même Thermometre, (voyez le N° 301.). Ces deux extremités ſont ſi éloignées de la poſition ordinaire relativement à la ſurface du globe, que peut-être on n'y fera jamais aucune des obſervations de ce genre.

231. J'ai trouvé neanmoins deux difficultés pour faire exécuter ces inſtrumens avec des échelles auſſi longues. L'une conſiſtoit dans la longueur de la régle dentelée qui porte le *Nonius* d (fig 41.) avec l'anneau au dedans, & qui pour lors ne pourroit pas deſcendre ſi bas. L'autre difficulté étoit l'impoſſibilité d'obſerver la coincidence du

du *Nonius* avec les diviſions de l'échelle, lorſqu'il ſe trouveroit au dedans de la tête *a x* du ſuſpenſoir.

232. Pour ſurmonter cette derniere difficulté, j'ai fait mettre un ſecond eſſieu près de *g* (même fig. 41.), pour l'y ſuſpendre, lorſque cette partie de l'échelle doit reſter à découvert: & pour obvier la prémiere difficulté, j'ai fait mettre le pignon, marqué par *a* (dans la même fig. 41.) ſur la partie ſupérieure de la piece du *Nonius:* & la régle dentelée, où il doit agir, je l'ai fait river au dedans de la même planche de l'échelle: de façon qu'en tournant, avec la clef *a* (fig. 41.) la tige quarrée de ce pignon du *Nonius*, la piece du *Nonius* parcourt toute la longueur de l'échelle.

Sur la Temperature du Mercure du Barometre.

233. Avant de faire l'obſervation du Barometre ſur une montagne ou dans quelqu' autre endroit, il faut toujours laiſſer reſter l'inſtrument aſſez du tems, par exemple, *une heure* ou 3 *quarts*, après l'avoir preparé, comm' il eſt dit au N° 203. Parcequ'il faut connoître quelle eſt le degré d'expanſion, où ſe trouve le mercure: ce qui depend du degré de la chaleur ou du froid actuel de l'atmoſphere. Sans cette circonſtance, on ne pourra jamais decider rien par ces obſervations. Car la même preſſion eſt montrée toujours par une colonne plus grande, ou plus petite, ſelon la *peſanteur ſpecifique* du mercure: & celle-ci change toujours ſelon le degré de la *chaleur* ou du *froid*, qui le font *rarefier* ou *condenſer* proportionéllement; comm' on le voit dans les Thermometres, dont la conſtruction depend entiérement de ce ſeul principe.

Sur la Temperature de l'Atmoſphere.

234. Par le même raiſonnement on ſera convaincû, que les différents degrés de la chaleur doivent rarefier plus ou moins l'air de l'atmoſphere; & qu'il faut connoître auſſi le degré de cette chaleur, pour juger de la rarefaction actuelle de l'air, & par conſequence de la longueur de la colonne de cet air, qui agit, par ſa peſanteur, ſur le mercure du Barometre, en le faiſant monter à la hauteur, où il y eſt ſoutenu par ſa preſſion. Pour ſe former une idée plus ſimple de ce qui fait l'objet de ces recherches, il n'y a qu'à conſiderer la *figure* 46.

235

235. Soit *b e e b* (fig. 46.) une montagne, dont l'on veuille connoître la hauteur par des obſervations barometriques. Tout le monde ſçait, que la hauteur de la colonne mercurielle, dans le Barometre, depend abſolument de la preſſion ou gravitation de l'atmoſphere, que je repreſenterai ici par la colonne *K b*, & que je ſuppoſerai d'un fluide uniforme. Si l'on diviſe cette colonne *K b* en 6 portions égales, & l'on diviſe de même la petite colonne *m n* du Barometre en 6 parties : il eſt évident, que ſi l'on monte avec cet inſtrument à la hauteur *g g* de la montagne ; le mercure n'y doit monter plus de 5 de ces petites diviſions ; parcequ'il n'y a plus que 5 portions de l'atmoſphere 1 *K* qui y preſſent. Si l'on monte à l'hauteur *f f*, la colonne du Barometre y ſera ſeulement de 4 portions, par la même raiſon ; & ſi l'on monte à la cime *e e* de la montagne, la petite colonne du mercure dans le Barometre, ne ſera plus grande que la *ſixieme* partie, ou portion, de la longueur totale *m n*, qu'il y avoit dans la premiere eſtation *b b* ; parcequ'il n'y a que la ſeule quantité *K* 5 de l'atmoſphere qui y preſſe alors ſur la mercure de ce Barometre.

Qu'il faut employer deux Barometres à la fois ; & deux Thermometres avec chaque Barometre.

236. Or, puiſque les preſſions de l'atmoſphere ſont variables, c'eſt-à-dire, plus peſantes, ou ſi l'on veut plus preſſantes dans un tems, que dans un autre ; il eſt évident, que pour atteindre au but qu'on ſe propoſe, il faut avoir des obſervations correſpondentes, faites avec un bon Barometre, dans le plaine *b b* ; tandis qu'on fait, à la même heure & minute, l'autre obſervation avec le ſecond Barometre pareil, dans la cime de la montagne ; ainſi, il faut avoir deux Barometres de concert pour cet objet.

237. De même, il faut avoir un Thermometre, qui ſoit à la même temperature du mercure, qui eſt dans le tube du Barometre ; parceque ſi, par exemple, le Barometre dans le ſommet *e e* de la montagne, étoit plus condenſé *d'un vingtieme* par le froid, que celui du Barometre dans la plaine *b b* ; ſa colonne ſeroit auſſi plus courte *d'un vingtieme*, qu'elle ne le ſeroit, s'il étoit à la même temperature. J'appellerai deſormais ce Thermometre, qui eſt repreſenté par *g b* (fig. 41 & 42) *Thermometre attaché.*

238. Enfin, il faut avoir de plus un *ſecond Thermometre*, ſemblable au premier, avec chaque Barometre ; mais, qui en ſoit tout-à-fait

détaché; pour l'expoſer ſéparement aux impreſſions de l'air: à fin d'examiner la temperature de l'atmoſphere, dans l'endroit, où l'on fait chacune de ces obſervations. Parceque l'autre Thermometre *attaché* devant etre renfermé, pour la plupart, dans le corps du chaſſis de l'inſtrument, comme je le dirai tantôt (N° 241.); il ne peut pas montrer exactement la temperature de l'air libre, où l'on fait chacune de ces obſervations. Pour diſtinguer ce Thermometre du premier, je l'appellerai toujours Thermometre *detaché*.

239. On concevra aiſément la neceſſité de ce ſecond Thermometre, ſi l'on conſidere que l'expanſion cauſée par la chaleur dans la colonne de l'atmoſphere, doit la faire devenir plus haute, quoiqu'en effet du même poids; c'eſt-à-dire, ſi au lieu d'avoir la hauteur *K b* (fig. 46.), l'atmoſphere avoit, par l'effet de ſon expanſion, la hauteur *x a*: dans ce cas, la même colonne de 5 portions, ou parties du Barometre qui correſpondoient à l'hauteur *g g* dans le premier cas, ne correſponderont alors qu'à la preſſion faite à la hauteur de la ligne pointée, qui eſt au deſſus de *g g*; parceque c'eſt celle-ci qui fait la ſixieme partie de la longueur totale de la colonne *x a* de l'atmoſphere; & ainſi deſuite juſqu'à l'hauteur *c c* du ſommet de la montagne; de façon, que ſelon cette ſuppoſition, il y aura à l'hauteur *c c*, une erreur de preſque un ſixieme en moins; c'eſt-à-dire, la colonne du mercure dans le Barometre, ſur le ſommet *c c*, montrera la même preſſion à peu de choſe près, qu'elle montreroit dans la premiere temperature de l'air, lorſqu'on l'avoit obſervé à l'hauteur *d d*, comm' il paroit par la ſimple inſpection de cette figure 46.

240. A peine eſt-il neceſſaire d'avertir que ces deux Thermometres doivent être faits avec du *mercure*, & non pas avec de l'*eſprit de vin*. Car on a démontré, depuis long-tems, qu'on ne peut compter jamais ſur l'exactitude de ces derniers. Neanmoins, il eſt aſſez étrange que les Thermometres à *eſprit de vin* trouvent encore des partiſans par-ci par-là. Telle eſt la contradiction de la foibleſſe, & de l'obſtination de l'eſprit humain.

Deſcription de ces Thermometres.

241. Le premier Thermometre *g b* (fig. 42) dont je viens de parler au N° 237, eſt toujours *attaché* au corps du Barometre. Il y a un

un couvercle (*fig.* 45.) qui le garantit contre tout accident. On l'ôte en deviſſant la vis *a* : & l'on peut le viſſer par derriere du même endroit, pour compléter l'équilibre du corps de l'inſtrument. Ce Thermometre eſt tout près du tuyau du Barometre : & n'eſt plus expoſé que lui, aux impreſſions de l'air extérieur ; ayant ſon petit réſervoir, c'eſt-à-dire, ſa propre boule, enfoncée dans le bois, par deſſous la plaque de ſa baſe. Ceux, qui laiſſent ce Thermometre tout-à-fait à découvert, n'ont jamais montré le moindre avantage dans leur pratique. *Voyez le* N° 34, *page* 359, *du vol.* lxvii. *des* Tranſact. Philoſ.

242. Le bout de la tige des Thermometres, tel que *g* (fig. 42.) doit être plié à angle droit en arrière, & paſſer par le trou, qui eſt vis à-vis dans la plaque de l'échelle, à fin de l'y raffermir. Parceque l'expanſion ou la contraction du verre agit alors dans le même ſens que celle du metal : & l'erreur n'affecte pas tant la graduation du Thermometre. Un autre avantage de cette conſtruction eſt, que la boule du Thermometre peut reſter libre, ſans toucher la cavité qui la reçoit dans la plaque du metal, où ſon échelle eſt gravée. Par ce moyen, le Thermometre n'eſt pas affecté par la temperature du metal de l'échelle, qui eſt ſouvent aſſez différente de celle de l'air, ou du fluide environnant, dont l'on veut obſerver la vraie temperature. Cette conſtruction eſt également eſſentielle au Thermometre *detaché*, dont je viens de parler au N° 238 : & ſa boule doit être tout-à-fait découverte.

243. Les degrés du Thermometre *g b* (fig. 42.) ſont marqués ſur deux échelles, une de chaque côté : ſavoir celle de Reaumur, que les François employent pour la plupart ; & l'autre de Fahrenheit, qui a été adopté depuis fort long tems par les Anglois, & par pluſieurs autres Savans. La premiere a le *zero* dans le même endroit de la tige, où le mercure, qui eſt dedans, s'arrête, lorſqu'il eſt plongé dans la *glace* qui commence à être fondue : & le degré eſt 80 à l'endroit de la même tige, où le mercure s'arrête par la chaleur de l'eau bouillante, tandis qu'il y eſt plongé.

244. Mais dans l'échelle de Fahrenheit, on trouve le froid de la *glace* qui commence à être fondue, marqué par le degré 32 : & par le degré 212, la chaleur & l'eau bouillante, lorſque la peſanteur de l'atmoſphere eſt égale à une colonne de mercure de la longueur de 30 pouces d'Angleterre. Car on ſçait, que le degré de la chaleur de l'*eau bouillante* change ſenſiblement, à meſure que l'atmoſphere eſt plus pe-

ſante. Quelques uns ont crû rafiner là-deſſùs, en fixant la hauteur du Barometre à 29,8, pour determiner le point de l'*eau bouillante* dans les Thermometres. Mais la raiſon qu'ils ont donnée pour cette innovation, ne vaut pas la peine d'y penſer. *Tranſact. Phil.* vol. lxvii. N° 37, page 832.

Avantages de l'Echelle de Fahrenheit.

245. On voit donc qu'il y a 180° (=212°—32°) dans l'échelle de Fahrenheit, dès la *glace fondante* à l'*eau* qui *bout*; tandis qu'il n'y a plus de 80° entre les mêmes termes dans l'échelle de Reaumur: ainſi cette dernière ne montre point, ſans fraction, des variétés auſſi petites de la temperature, comme l'échelle de Fahrenheit, dont chaque degré eſt *deux fois & un quart* plus petit que chacun de Reamur; parceque $\frac{180}{80}° = 2{,}25$. Il y a en effet des expériences délicates dans la phyſique, où l'on a béſoin de pouſſer l'examen de la temperature juſqu'à des gradations encore bien plus petites: & je parlerai, au N° 378 & *ſuivants*, de la conſtruction des Thermometres que j'ai appropriés pour cette eſpece d'obſervations. Il y a cependant des occaſions, où celles qu'on fait relativement au Barometre, devroient être pouſſées juſqu'à des *dixiemes* des *degrés* de *Fahrenheit*, dont chacun vaut 44 *milliemes* d'un *degré* de *Reaumur*. *Voyez le* N° 315, *vers la fin de ce* Traité. Un autre avantage de l'échelle de *Fahrenheit*, eſt qu'on n'a pas béſoin d'en nommer que le *degré*, pour s'entendre (excepté dans quelqu' expérience très rare): au lieu qu'il eſt eſſentiel d'exprimer toujours, en parlant des degrés de Reaumur, s'ils ſont au-*deſſùs*, ou au-*deſſous* de la *glace*.

Sur la Reduction de ces deux Echelles, & ſur le Froid extraordinaire en Angleterre.

246. Ces deux échelles étant à coté l'une de l'autre, n'ont béſoin que ſimplement d'un coup d'œil, pour voir le degré, où ſe trouve dans chacune, la temperature actuelle; ſans avoir béſoin du moindre calcul pour en faire la reduction. Mais lorſque ces échelles ſont ſeparées, voici la manière de les réduire reciproquement. Si, par exemple, on veut reduire 59° de Fahrenheit en ceux de Reaumur; on en ôte 32°: on diviſe le reſte 27 par 2,25, c'eſt-à-dire, par *deux* & un *quart*; & le quotient montre qu'ils font exactement 12 degrés de Reaumur au-

au-*deſsùs* de la glace. Mais 23° de Fahrenheit ne font que 4° au-deſſous de la glace dans l'échelle de Reaumur, parceque 23—32=—9, & $\frac{9}{2,25}$=4°.

247. Au contraire, le 20° de Reaumur, au-*deſsùs* de la glace, font 77° de Fahrenheit; parceque 20×2,25=45: & 45+32°=77. Mais 4° de Reaumur, au-deſſous de la glace, font 23° de Fahrenheit; parceque 4×2,25=9°: & 32—9=23°. Enfin 16 de Reaumur au-deſſous de la glace, font 4° au-deſſous du *zero* de Fahrenheit: parceque 16×2,25=36: & 32—36=—4°, au-deſſous du *zero* de cette échelle; ce qui en effet eſt un degré extreme de froid, même pour le climat d'Angleterre, où le froid le plus grand, dont on a quelque mémoire, fut obſervé à Chatam en 1776, par M. Simmons, chirurgien, qui trouva le Thermometre expoſé à l'air dans ſon jardin, à 3½ degrés au-deſſous du *zero* de Fahrenheit, vers les 6 heures du matin, dans le 30me de Janvier, & dans les deux jours ſuivans de la dite année.

Sur l'Ajuſtement des deux Barometres.

248. J'ai deja montré (N° 236.) la néceſſité d'avoir deux bons Barometres, pour faire des obſervations correſpondentes avec un dans la plaine, tandis qu'on obſerve avec l'autre, à la même *heure* & *minute* ſur la cime de la montagne, ou dans le fond de la mine, dont on veut explorer la hauteur, ou la profondeur reſpective. Mais il arrive ſouvent que les deux Barometres ne montrent point une même hauteur de la colonne mercurielle, quoique mis l'un à coté de l'autre; ce qui provient des petites circonſtances, quelquefois inconcevables de leur conſtruction.

249. C'eſt pour éviter, dans la ſuite, l'embarras de la reduction, ou correction de leurs reſultats, qu'on garnit la piece du *Nonius* avec les deux vis *z z* (fig. 44.) Ces vis tiennent à une couliſſe interieure, de façon, qu'en les relachant un peu, on peut la faire monter ou déſcendre, autant qu'il eſt néceſſaire, pour que le *Nonius* marque préciſement, ſur ſon échelle, le même degré de l'autre Barometre; tandis que le mercure eſt en contact avec l'anneau, qui renferme le tuyau, & ſur le quel cette couliſſe eſt arretée par les vis *z z*. Car en les ſerrant de nouveau, cette couliſſe marchera toujours, dans la ſuite, à la même

diſtance, où elle a été ajuſtée à l'égard du *Nonius*. C'eſt ſur la piece du *Nonius* du Barometre qui eſt le plus bas, qu'on fait ordinairement cet ajuſtement.

250. Si l'on veut remettre dans la ſuite le *Nonius*, en coincidence avec l'anneau qui environe le tuyau, en ſorte, qu'il montre la méſure exacte de la hauteur du mercure ; l'opération eſt préciſement comme celle, qu'on vient d'indiquer dans le Nombre précedent. Cependant en voici le détail.

251. On commence par mettre l'anneau qui eſt au-deſſous du *Nonius* ſur la partie vuide du tuyau, moyennant la clef *a* (fig. 41) : on deviſſe un peu les deux petites vis *z z*, qui ſerrent la piece du *Nonius* ſur celle de l'anneau : & on la gliſſe en ſorte, que les deux coins *d d* de la ligne *c c* (fig. 44.) paroiſſent en coincidence avec la ligne droite, formée par les deux ſurfaces inférieures du tuyau, lorſqu'on met l'œil ſans parallaxe ; c'eſt-à-dire, en ſorte, que les deux ſurfaces antérieure & poſtérieure de ce tuyau, ne paroiſſent faire qu'une ſeule ligne droite *c c*. Après celà on ſerre les deux petites vis *z z*, pour faire tenir les deux pieces enſemble.

Methode practique des Obſervations.

252. Après avoir remarqué tout ce que j'ai crû néceſſaire pour l'intelligence de la conſtruction & maniement du Barometre, & des pieces appartenantes qu'il faut employer avec lui, je paſſerai à la pratique des obſervations, en reprennant le Barometre dans la ſituation que j'ai décrite au N°. 192. Auſſitôt qu'on ſera arrivé à la hauteur où l'on veut faire l'obſervation, on préparera les inſtrumens comm' il eſt dit ci-deſsûs, au N° 192 ; & tandis que le Barometre prend une temperature égale (N° 233.), on attendera le moment, qu'on eſt convenu d'avance, avec l'obſervateur qui doit obſerver dans la plaine. On fait alors la prémiere obſervation ; examinant auparavant, ſi le mercure eſt préciſement au *zero* du petit tuyau *b* (fig. 42.). On examine l'anneau du *Nonius d* (fig. 41.) : & on écrit, du moins avec le craion, ſur le papier, les *pouces*, *dixièmes*, *centièmes*, & *millièmes* de pouce, que le Nonius montre dans l'*échelle Angloiſe*. On remue immediatement, avec la clef, la vis *c* ; auſſi bien que le pignon de la tige *a* (fig. 41.) : & on repete la même obſervation, qu'on écrit au-deſſous de la prémiere.

253. On

253. On doit répeter la même obſervation 3 ou 4 fois ; parce-qu'il y a des petits défauts, qui ſe gliſſent dans les obſervations ; dont on obtient par cette méthode la correction, en prenant la moyene de toutes, comm' on le dira au N° 255. Il faut auſſi, que chaque ſuite de ces obſervations ſoit répétée, du moins 3 fois dans le même endroit, & à la même heure, qu'on ſera convenu avec celui qui obſerve, avec le ſecond Barometre, dont j'ai parlé au N° 236.

254. Pour bien remplir cette circonſtance, on fait l'accord d'obſerver avec le ſecond barometre dans la plaine à chaque *demi-heure*, ou à chaque *quart d'heure*. De façon, que les deux obſervateurs font, chacun de ſon côté, leurs obſervations, au même moment, ſelon que leurs montres l'indiquent reſpectivement à chacun. L'eſpace de deux heures, ou moins encore, qu'on ſoit dans la cime de la montagne, ſuffit pour avoir du moins une *douzaine* d'obſervations en trois ſuites, avec l'intervale d'une demi-heure entre chaque ſuite, qui ſeront dans le même tems correſpondentes à celles, qu'on fait dans la même minute, avec l'autre Barometre, dans la plaine.

255. Lorſqu'on obtient les deux ſuites d'obſervations barometriques, faites à la même *heure*, & à la même *minute*, s'il eſt poſſible, tant au ſomet de la montagne, que dans la plaine ; il faut prendre la moyene de chaque ſuite d'obſervations ſéparement : c'eſt-à-dire, on ſomme celles de chacune, & en les diviſant par leur nombre, le quotient en eſt la moyene. En faiſant la même opération avec chaque ſuite, on obtient les deux moyenes ; à ſavoir une *moyene* des obſervations faites dans le ſommet de la montagne ; & une *autre* de celles qui leur correſpondent, faites dans la plaine. Enſuite, il faut en corriger chacune, de la variation cauſée dans le mercure, par les différents degrés de la temperature de chacun des Barometres (N° 237) ; en les reduiſant, tous deux, au *même degré* : ou, ce qui eſt plus intelligible, on les réduira, tous deux, à l'état où ils devroient ſe trouver dans la *temperature moyene* de 55 *degrés* de Fahrenheit.

256. La temperature moyene, dont je viens de parler, ſera déſormais le terme, ou le point de ſéparation, entre la *chaleur* & le froid : ce terme correſpond, comme je l'ai dit, à 55° de l'échelle de Fahrenheit : de ſorte qu'en parlant d'une obſervation faite, par exemple, à trois degrés de *chaleur* : celà ſignifie, que la temperature étoit à 58° de Fahrenheit (=55+3). Une autre obſervation faite, par exemple, à

douze

douze degrés de *chaleur*, ſignifie, que la temperature étoit à 67° de Fahrenheit (=55+12) : & une autre obſervation faite, par exemple, à trois degrés de *froid* ; celà veut dire, dans une temperature de 52° de la même échelle (=55—3). Car, en effet, il n'y a rien de plus naturel, ni de plus court, que d'indiquer ſimplement l'expreſſion de la *temperature*, ſelon les idées plus communes de nos ſenſations, dans les climats de l'Europe.

Sur l'Echelle de Correction à Coté de celle du Thermometre.

257. On a mis, pour faire la correction du N° précédent (255.) une troiſième échelle dans le Thermometre *g h* (fig. 42.), à coté de ſes degrés. On l'appelle *échelle de correction* ; & c'eſt l'extérieure à la droite de l'obſervateur. Le *zero* degré de cette échelle eſt le terme de la *temperature moyene*, vis-à-vis le 55me degré de Fahrenheit, qui correſpond au *degré* 10,2 de Reaumur. Ainſi toutes les fois que le Thermometre *g h* ſera à 55 *degrés*, il n'y faudra point de *réduction* ; pourvu que le Barometre ſoit à la hauteur de 30 pouces. *Voyez le* N° 261. *ci-deſſous.*

258. Mais ſi le Thermometre *g h* montre des degrés au-*deſſous* de 55°, & que le Barometre ſe trouve à 30 pouces, ou à très peu de choſe près ; alors il faut *ajouter* à la hauteur du Barometre, les centièmes de pouce qui ſe trouvent, dans cette échelle, vis-à-vis ce degré du Thermometre : au contraire, il faut en *rétrancher* cette quantité, ſi la temperature eſt au-*deſſus* de la moyenne de 55° ; pourvû toujours que la hauteur du même Barometre ſoit à 30 pouces Anglois, ou à très peu de différence près. La ſimple inſpection de la *fig.* 50. ſuffit pour comprendre l'uſage de cette échelle ſans aucune autre explication.

259. Mais lorſque la hauteur du Barometre eſt éloignée de 30 pouces Anglois, il eſt néceſſaire d'employer la *regle de trois*, pour connoitre la vraie correction qu'il y faut faire. Si la hauteur du Barometre eſt, par exemple, à 24 pouces, qui j'appellerai *P*, & qu'on appelle *C*, la correction indiquée par l'échelle du Thermometre attaché *g h* (fig. 42) : & enfin *x* la vraie correction qu'on ſouhaite avoir : dans ce cas, on aura $30 : P :: C : x$; ou $\frac{P.C}{30} = x$. Cette valeur de *x* ſera *ajoutée* à l'*hauteur* de la colonne obſervée du Barometre, toutes

les fois que le Thermometre ſera au-deſſous de 55° : mais, s'il eſt au-deſsùs de 55°, alors il faut l'en retrancher.

260. Pour rendre plus aiſé ce calcul, voici une petite Table décimale que j'ai formée, & qui le réduit à une ſimple addition & multiplication. Cette table eſt fondée, de même que l'échelle ci-deſsùs, ſur le reſultat d'un grand nombre d'expériences très delicates, faites par Monſ. le Chévalier Shuckburgh, jeune Savant de prémier ordre dans toutes les connoiſſances phyſico-mathématiques, & membre de la Société Royale, dont les talens & les lumières ſont attendre beaucoup pour l'avancement de la phyſique.

261. Il eſt démontré par ces expériences, que l'expanſion du mercure, par *chaque degré* du Thermometre, eſt égale à ,00304 de pouce, lorſque la hauteur du Barometre eſt à 30 *pouces Anglois*. *Voyez cet excellent* Mémoire *dans les* Tranſact. Philoſ. vol. lxvii. N° 39, pag. 567.

Il eſt donc evident, 1°, qu'il y a *un dixième* de pouce Anglois à *rétrancher* dans la hauteur de 30 pouces du Barometre, pour chaque 33 degrés du Thermometre de Fahrenheit, au-*deſsùs* de la temperature moyene de 55° ; ou à l'y *ajouter*, lorſque le Thermometre eſt au-*deſſous* du même degré 55 ; parceque ,00304 : 1° : : ,1 : 32,89° [ou en nombres ronds 33°].

Et l'on voit, en *ſecond lieu*, qu' à chaque 10 pouces de la hauteur du Barometre, l'expanſion du mercure eſt égale à ,00101333, par l'effet d'*un degré* du même Thermometre ; car 30 : 10 : : ,00304 : ,00101333. C'eſt d'après ce principe, que j'ai formé la Table décimale qui ſuit.

266. 2°, Ajoutez ces nombres enſemble : & multipliez-les par la différence, qu'il y a entre les degrés du Thermometre *attaché*, & la temperature moyene de 55°.

267. 3°, Ce produit *ajouté* à la hauteur obſervée du Barometre, ſi le degré du Thermometre étoit au-*deſſous* de 55° ; ou *retranché*, s'il étoit au-*deſſus* de la même temperature de 55°, donnera la hauteur corrigée du Barometre.

EXEMPLE 1er.

268. Suppoſons que le Barometre ſe trouve à 28,987 *pouces* ; c'eſt-à-dire, 28 *pouces*, 9 *dixiemes*, 8 *centiemes*, & 7 *milliemes* de pouce : & que le *Thermometre attaché* étoit à 21° de froid ; c'eſt-à-dire, à 34° de Fahrenheit : & qu'on veut réduire, ou corriger cette hauteur du Barometre, en la réduiſant à la *temperature moyene* de 55°. En voici le détail de ce calcul, ſelon les Regles ci-deſſus.

20,000	- -	,002027
8,000	- -	,0008107
,900	- -	,0000912
,080	- -	,0000081
,007	- -	,0000007
Cette ſomme	- -	,0029377
multiplié par 55°—34°=21°.	= =	×21
		29377
		58754
donne le produit *additif* (parceque le Thermometre étoit au-*deſſous* de 55°) - -		,0616917
qui *ajouté* à la hauteur du Barometre	-	28,987
donnent la hauteur corrigée	- -	29,048

EXEMPLE 2^d^.

269. Suppoſons qu'on obſerva la hauteur du Barometre à 24,138 pouces Anglois ; c'eſt-à-dire, à 24 *pouces*, 1 *dixieme*, 3 *centiemes*, & 8 *milliemes* de pouce : & que le Thermometre ſe trouvoit au 18½ degré de chaleur ; c'eſt-à-dire, à 73½° de Fahrenheit. On demande quelle

quelle eſt la vraie hauteur du Barometre ? En voici le détail, ſelon les mêmes regles ci-deſsùs.

20,000	- -	,002027
4,000	- -	,0004053
,100	- -	,0000101
,030	- -	,0000030
,008	- -	,0000008
La ſomme eſt	- -	,0024462
qui multipliée par la différence de 55° à 73,5 ; c'eſt-à-dire, par — — — —		× 18,5
		122310
		195696
		24462
donne la quantité	— —	,04525470
ce produit étant *retranché* (parceque le Thermometre eſt au-deſsùs de la temperature moyene de 55°) de la hauteur du Barometre	—	24,138
donne pour la vraie hauteur réduite	—	24,0928

Sur la Réduction des deux Temperatures de l'Atmoſphere, à une Temperature commune.

270. Après avoir connu les deux différentes preſſions de l'atmoſphere, ſur les deux Barometres dans la même heure & minute ; & après avoir réduit leur mercure à la même denſité : la différence de ces deux preſſions, doit donner la hauteur perpendiculaire, entre les deux endroits, où l'on a fait les obſervations ; pourvû qu'on connoiſſe l'expanſion que le different degré de chaleur aura produit dans la maſſe de l'atmoſphere, comme je l'ai noté au N° 234. C'eſt par cette raiſon, qu'il faut obſerver dans le même endroit, où l'on fait les obſervations avec chaque Barometre, quel y eſt le degré de la temperature de l'atmoſphere ; employant pour celà le ſecond Thermometre *détaché*, dont je parlai déja au dit nombre 234.

271. Ce Thermometre doit être expoſé à l'air libre, de l'endroit où l'on fait chaqu' obſervation. On doit le mettre à l'ombre, & non pas à la chaleur du ſoleil, s'il en a dans ce tems-là ; parceque la chaleur des rayons ſolaires, en reflechiſſant ſur l'échelle du même Ther-

mometre,

mometre, ne manquent pas d'y exciter une chaleur bien au delà de celle de l'air, qu'ils traverſent librement.

272. Ayant donc reconnu la temperature reſpective de chaque Thermometre *détaché* : on *ajoutera* les degrés de ces *deux temperatures* enſemble : & l'on en prendra la moitié, qu'on peut conſidérer comme celle de la temperature uniforme de la colonne entière de l'atmoſphere, qui étoit compriſe entre les deux élévations, ou endroits, où l'on a fait ces obſervations avec les deux Barometres. J'appellerai cette temperature *commune*, ou plutôt *temperature uniforme :* parcequ'en effet, ſi l'on ſuppoſe, que la différence entre les deux temperatures, ſe fait par une gradation regulière, ſelon la progreſſion arithmétique, entre la *chaleur* & le *froid* ; le *degré moyen* entre les deux extrêmes, ſera celui qui produiroit les mêmes effets, ſi le total avoit uniformement ſa temperature. Comme ſi, par exemple, un des Thermometres attachés étoit à 55°, & l'autre à 63°, le degré de la temperature *uniforme*, ſera le degré 59 $\left(=\frac{63+55}{2}=\frac{118}{2}=59\right)$.

Voici maintenant les régles du calcul de ces obſervations, pour en déduire la vraie hauteur perpendiculaire entre les deux endroits, où elles furent faites au même tems.

Régles du Calcul pour déduire la Hauteur reſpective entre les Endroits des Obſervations.

Regle Premiere.

273. *Réduiſez la temperature du mercure de chaque Barometre, à la moyene temperature de* 55° *de Fahrenheit, comm' on l'a montré dans les Nombres* 264 *&* 268.

N. B. On pourroit faire la correction de cette regle par une ſeule operation ; en réduiſant un des Barometres, dont la temperature eſt la plus baſſe ou froide, à celle de l'autre Barometre, par la même méthode dont je viens de parler ; mais il vaut mieux réduire tous les deux Barometres à la *temperature moyene*. Voyez les *Tranſ. Philoſ.* vol. lxvii, N° 39. pag. 568.

REGLE SECONDE.

274. *Réduiſez les deux temperatures obſervées de l'atmoſphere, à celle qui ſeroit la* commune *de toutes les deux, comm' on l'a montré dans le nombre* 270 *& ſuivans.*

N. B. On a déjà expliqué dans le N° 272, qu'on devoit entendre par temperature *commune*, celle qui, étant *uniforme* dans la colonne de l'air compriſe entre les deux endroits, où l'on fait les obſervations du Barometre, y produiroit un degré déterminé d'expanſion dans ſa longueur totale.

REGLE TROISIEME.

275. *Cherchez dans les* Tables des Logarithmes ordinaires, *ceux qui correſpondent au nombre de* pouces, *& de* parties de pouce, *de chacune des hauteurs obſervées à la même heure avec les deux Barometres.*

276. *Mettez une virgule, ou un point, après les* quatre *premiers chifres, qui ſuivent la caracteriſtique, en la omettant tout-à-fait, ſi vous le voulez.*

277. *Retranchez un Logarithme de l'autre : & leur différence montrera, par les nombres qui précédent la virgule, miſe au quatrieme chifre, les toiſes Angloiſes* [*fathoms de* 6 *pieds chacun*] *qu'il y a en* hauteur perpendiculaire *entre les deux endroits de ces obſervations ; pourvû que la temperature moyene de l'atmoſphere ſoit au* 31,24^{me} *degré ; c'eſt-à-dire, au* 31 *degré, & environ un* quart *de Fahrenheit.*

278. *Multipliez le nombre de* toiſes Angloiſes *par* ſix ; *& le produit ſera le nombre de* pieds, *qu'il y aura dans cette hauteur.*

279. Mais comme la temperature moyene de l'atmoſphere, ne ſera que très rarement celle de 31,24° de Fahrenheit ; il faudra employer la Régle ſuivante, pour toute autre temperature.

Regle Quatrieme.

280. *Cherchez dans la Table F,* (N° 284) *les nombres qui correſpondent aux pieds que vous venez de trouver par la Régle III, que vous appellerez* hauteur approchante ; *ayant ſoin d'avancer à la droite, ou à la gauche, la virgule de chaque nombre, ſelon ſa valeur correſpondente, comme je l'ai averti en des cas pareils, au* N° 218, 265, & 287.

281. *Prenez la ſomme de ces* nombres, *et multipliez-la par la différence de* 31,24° *au degré de la* temperature moyene *de l'atmoſphere, trouvée par la Régle II.*

282. *Ce produit* ajouté *au nombre de pieds de la* hauteur approchante, *trouvée par la Regle III, ſi la temperature moyene de l'atmoſphere eſt au-*deſsùs *du degré* 31,34° *de Fahrenheit : ou autrement,* rétranché *de la dite* hauteur approchante, *ſi la temperature moyene eſt au-deſſous ; donnera la vraie hauteur perpendiculaire, en* pieds Anglois, *qu'il y a entre les lieux des deux obſervations.*

283. Je vais donner actuellement la Table abregée que j'ai formée d'après les principes ci-deſsùs, établis par le Chev. Shuckburgh, dans l'excellent Mémoir, inſeré dans le vol. lxvii. N° 39. de Tranſactions Philoſophiques.

Les meſures géometriques, que cet eſtimable & habile Philoſophe prit, avec la plus grande préciſion poſſible, de pluſieurs hauteurs différentes, où il fit des obſervations barometriques, demontrent à ne pouvoir pas s'en douter, la ſolidité, ou, s'il eſt permis d'employer cette expreſſion dans des diſquiſitions phyſiques, l'infallibilité de ces principes.

284. *Table*

284. *Table décimale* (F) *des Corrections, pour la plupart* additives, *ſelon les Rarefactions cauſées dans l'Atmoſphere, par un* Degré *de* Chaleur *à différentes Elévations.*

Pieds.	Corrections, pour la plupart additives.
1	,00243
2	,00486
3	,00729
4	,00972
5	,01215
6	,01458
7	,01701
8	,01944
9	,02187

Sur l'Application de cette Table.

285. La méthode pour faire uſage de cette *Table décimale*, eſt la même dejà expliquée dans les nombres 218 & 265. Je dirai cependant: que les nombres dans la colonne à la gauche, ſont des *unités* de pieds. Si l'on veut des *dixaines*, on récule la virgule d'une place vers la droite: pour des *cents*, on la récule de deux places: & pour des *mille*, on la récule trois places, &c. Au contraire, ſi l'on veut que ces nombres correſpondent à des fractions décimales; il n'y qu'à réculer la virgule vers la gauche pour autant de places, comm' il y en a dans les décimales.

286. Par exemple, ſi l'on veut avoir le nombre, qui correſpond à des 4 mille, on met le doigt, ou la pointe d'un canif ou d'un épingle, ſur la virgule qui eſt dans la ligne vis-à-vis le 4, diſant *unités*; enſuite on met la même pointe après le chifre ſuivant à la droite, où l'on dit *dix*; en la mettant après la ſeconde, on dit *cents*; & après la troiſieme, on dit *mille*. On marque d'abord la virgule ſur le papier: & on écrit les nombres, à la droite, & à la gauche de cette virgule, comm' ils ſe trouvent, à l'égard de la pointe du canif, dans la Table.

287. C'eſt

287. C'eſt en faiſant la même operation dans le ſens contraire, qu'on peut avoir les nombres de la Table, qui correſpondent aux fractions décimales, &c. On voit ceci dans l'exemple qui ſuite.

à —	4000,000	- - 4 mille	correſpondent dans la Table	—	9,720000
à —	400,000	- - 4 cens		—	,972000
à —	40,000	- - 4 dixaines		—	,097200
à —	4,000	- - 4 unités		—	,009720
à —	,400	- - 4 dixiemes		—	,000972
à —	,040	- - 4 centiemes		—	,000097
à —	,004	- - 4 milliemes		—	,000009

N. B. Dans la practique de ces *Tables décimales*, on doit augmenter d'une *unité* le dernier chifre à la droite ; lorſqu'il eſt ſuivi, dans la *Table*, par un nombre au-deſsùs de 5. Ainſi, au lieu de ,000009, il vaut mieux prendre ,000010 ; parcequ'il y a dans la Table un 7 après ce 9, &c.

Exemple 1er.

288. On a obſervé dans la plaine avec le Barometre A, tandis qu'on obſervoit au ſommet de la montagne, avec le Barometre B. Le Barometre A étoit à 29,4 pouces Anglois. Son Thermometre *attaché* étoit à 50°, & le Thermometre *détaché*, pour reconnoitre la temperature de l'atmoſphere, étoit à 45°. Le Barometre B, dans la montagne, étoit au même tems, à 25,19 pouces : ſon Thermometre *attaché* étoit à 46° : & le Thermometre *détaché* à 39½ °.

Détail de ce Calcul.

289. Le Barometre A étoit à *pouces Anglois* — 29,4
& ſon Therm. *attaché* étoit à 5° de *froid*, car 50 − 55 = − 5°.
Or (ſelon la Table (E) N° 262.)

nous avons pour	20 pouces	- -	,002027
pour	9	- - -	,000912
pour	,4	- - -	,000040
	cette ſomme		,002979
multipliée par la différence de temperature		-	5
	donne ce produit		,014895

qui doit être *ajouté* (parceque la temperature étoit au-*deſſous* de 55°) à la hauteur *apparente* du Barometre A, ſelon le N° 258, c'eſt-à-dire — — } +,01489

pour avoir la hauteur *vraie* de A, c'eſt-à-dire 29,41489
ou plutôt en nombres ronds 29,415

290. Le Barometre B étoit à *pouces Anglois* —— 25,19
& ſon Thermometre *attaché* étoit à 9° de *froid* (parceque 46°—55°=—9°). Or ſelon la Table E, N° 261.

nous avons pour	20 pouces ——	,002027
pour	5 — —	,000506
pour	,1 ——	,000010
& pour	,09 ——	,000009
	cette ſomme	,002552
étant multipliée par	— —	x 9
donne le produit	—	,022968

qui, ſelon le N° 258, doit être *ajouté* (parceque la temperature étoit au-*deſſous* de 55°) à la hauteur *apparente* du Barometre B, c'eſt-à-dire — — } + ,022968

pour avoir la hauteur vraie de ce Barometre — 25,212968
ou plutôt en nombres ronds — 25,213

291. Le logarithme de - - 29,415 - - eſt - - 1.4685,689
celui de - - 25,213 - - eſt - - 1.4016,245

ayant mis une virgule au 4me chifre après la *caracteriſtique* (qu'on pouvoit omettre); la différence eſt toiſes Angl. } 669,444
qui étant multipliées par — 6
donnent la *hauteur approchante* en pieds Anglois 4016,664

ce qui ſeroit la vraie hauteur, ſi la temperature de l'atmoſphere étoit à 31,24 degrés de Fahrenheit (N° 277.)

292. Mais le Thermometre *détaché* du Barometre A étoit à 45°
& celui du Barometre B étoit à —— —— 39,5

donc leur ſomme eſt —— 84,5
& la moieté, ou la temperature moyene entr' eux, eſt — 42,25
dont la différence pour — 31,24
eſt — 11,01

qui doit être *additive*, parcequ'il s'agit des degrés au-deſsùs de 31,24 (ſelon le N° 282.).
Or, nous avons par la Table F, N° 284,

pour

pour	—	4000 *pieds* -	-	9,72
pour	—	10 -	-	,0243
pour	—	6 -	-	,0146
& pour 6 dixiemes	-	0,6 -	-	,0014
		la ſomme en eſt	—	9,7603
		qui multipliée par	—	11,01
				97603
				97603
				97603
		ce produit	—	107,460903
étant *ajouté* au nombre ci-deſsùs de la *hauteur approchante*	—	—	—	4016,664

montre que la *vraie hauteur* eſt — 4124,125 pieds Angl. c'eſt-à-dire, 4124 *pieds*, & la fraction 125, qui multipliée par 12, donne *un* pouce, & demi.

293. On a employé dans cet exemple les *grandes Tables* des Logarithmes en 4to, publiées par feu Mr. Gardiner, qui les donnent à 7 places, outre la *caracteriſtique :* mais on peut également employer les petites de feu Mr. de la Caille, en 12mo, qui donnent les logarithmes à 6 places : car on voit bien, par cet exemple, que le chifre dernier ne repréſente plus que des milliemes de toiſes, dont la valeur ne merite point du tout d'être regardée.

EXEMPLE SECOND.

294. On obſerva la hauteur apparente du Barometre A à pouces Anglois	—	—	—	24,178
ſon Thermometre *attaché* à	—	—		57¼°
& ſon Thermometre *détaché* à		——		56°
On obſerva la hauteur apparente du Barometre B. dans le même tems, à pouces	—	—	—	28,132
ſon Thermometre *attaché* étoit à		——		61¼°
& ſon Thermometre *détaché* à	—	—		64°

Détail

Détail de ce Calcul.

295. On voit au premier coup d'œil que le Thermometre *attaché*, du Barometre A, ne differoit que de 2¼ degrés au-deſsùs de la temperature moyene de 55° [57,25°—55°=2,25°] de Fahrenheit. Or, ſelon la Table E du N° 262,

nous avons pour 20 pouces — — —	,002027
pour 4 pouces — — —	,000405
& pour *deux* dixiemes [au lieu de ,178]	,000020
leur ſomme eſt —	,002452
qui, multipliée par les 2¼ °, c'eſt-à-dire, par —	× 2,25
	12260
	4904
	4904
donne le produit — —	,00551700
ce produit étant *rétranché* (parcequ'il s'agit des degrés au-*deſsùs* de la temperature de 55°) de la hauteur *apparente* du Barometre A —	24,1780
donne la vraie *hauteur* de ce Barometre A —	24,1725

296. Le Thermometre *attaché* du Barometre B, ne differoit que 6¾° (ou 6,75°) de la temperature de 55° (car 61,75°—55°=6,75°). Or, ſelon ta Table E, du N° 262,

nous avons pour 20 pouces — —	,002027
pour 8 pouces — —	,000811
pour 1 *dixieme* — —	,000010
& pour 3 *centiemes* —	,000003
leur ſomme eſt —	,002851
qui multipliée par la différence des degrés —	6,75
	14255
	19957
	17106
donne le produit —	,01924425
ce produit doit être *rétranché* (parcequ'il s'agit des degrés au-*deſsùs* de 55°) de la hauteur *apparente* du Barometre B — —	28,132
ainſi la *hauteur corrigée* du Barometre B, eſt —	28,113

297. Le

297. Le Logarithme de la vraie hauteur de A — — } 24,172 eſt 3833,126
& celui de la vraie hauteur de B — 28,113 eſt 4489,072

dont la différence eſt toiſes — 655,946
qui multipliées par 6, pour les réduire en pieds Anglois — 6
donnent la hauteur perpendiculaire *apparente* en *pieds* — 3935,676

298. Le Thermometre *détaché* du Barom. A, étoit à - 56°
& celui du Barometre B, étoit à — — — 64

dont la ſomme eſt — 120

donc la temperature moyene de l'atmoſphere étoit — 60°
en ôtant — 31,24

la différence eſt — 28,76

Or, par le Table F (N° 284) nous avons

pour - -	3000 pieds -	7,29
pour - -	900 - -	2,187
pour - -	30 - -	,073
pour - -	5 - -	,012
& pour 6 *dixiemes*; ou plutôt	0,7 - -	,002
leur ſomme	—	9,564

multipliée par la différence ci-deſsùs de la moyene temper. 28,76

57384
66948
76512
19128

ce produit ajouté à la hauteur approchante, — 275,06064
qu'on a trouvée ci-deſsùs: à ſavoir aux — 3935,676

fait voir que la vraie hauteur cherchée, eſt — 4210,736 P.Ang.

299. En effet, le Chevalier Shuckburg fit ces deux obſervations; & la hauteur entre les deux endroits, meſurée géometriquement par le même Chevalier, fut trouvée de 4211,3 pieds Anglois: ce qui ne differe qu'environ 6 ½ *pouces*, de celle donnée par le Barometre. Voyez les Tranſact. Phil. vol. lxvii. N° 39. pag. 581

EXEMPLE 3me.

300. On obſerva pluſieurs fois la hauteur du Barometre ſur le rivage de la mer, tant en Italie qu'en différens endroits de l'Angleterre, avec le plus grand ſoin: & prenant la moyene de 132 obſervations, on trouva que la colonne de mercure étoit à *pouces Anglois* — 30,04
Le Thermometre *attaché* étoit au degré —— 55°
& le *détaché* au degré — — — 62°
Voyez les Tranſ. Philoſ. vol. lxvii. N° 39. pag. 586.

Je ſuppoſe qu'on obſerva le Barometre dans une mine fort profonde, où la hauteur du Barometre fut trouvée à *pouces* 32.
& chacun des deux Thermometres au même degré de ſon ſemblable: c'eſt-à-dire, l'*attaché* à 55°, & le *détaché* à 62°: on demande quelle ſeroit la profondeur de cette mine?

Détail de ce Calcul.

301. Le Logarithme de — 30,04 eſt 4777,00
celui de — — — — 32,00 eſt 5051,50
leur différence donne *toiſes Angloiſes* — 274,5
qui multipliées par — 6
donne la hauteur *approchée* en *pieds Anglois* — 1647,0

celle-ci ſeroit la *vraie hauteur* de cette mine qu'on a ſuppoſée, ſi la temperature de l'atmoſphere étoit (N° 277.) à — — — 31,24°
mais étant, comme dans le cas préſent, à — 62,00°
on y doit appliquer la correction (Régle IV. N° 280) de la différence — — — — 30,76°

Or, diſpoſant la *hauteur approchante* en différentes lignes (N° 287.): on trouvera, par la Table F du N° 284, les nombres ſuivans, à ſavoir

pour - -	1000	—	—	2,43
pour - -	600	—	—	1,458
pour - -	40	—	—	,097
pour - -	7	—	—	,017
	dont la ſomme eſt	—		4,002

cette ſomme — — 4,002
multipliée par la différence de la temperature de l'air × 30,76

24012
28014
12006

ce produit — + 123,10152
ajouté à la *hauteur approchante*, ci-deſſùs — 1647,

la ſomme — 1770,1

ſera la vraie profondeur, en pieds Anglois, de la mine ſuppoſée, au-deſſous du niveau de la mer.

302. La methode que je viens d'expliquer eſt générale, pour tous les cas des obſervations barometriques ; mais lorſque les hauteurs, à méſurer avec le Barometre, ne ſont point au-delà de 4000, ou même de 5000 pieds, on peut s'épargner, dans ce cas, d'employer les Tables des Logarithmes comme ci-deſſùs ; en ſe ſervant de la Table ſuivante, que le même Chevalier Shuckburgh a donné dans la ſeconde partie des Tranſact. Philoſ. vol. lxviii. N° 32. pag. 688.

303. *Table* (G) *des Hauteurs correſpondentes à* chaque dixieme *de pouce Anglois, dans la Différence des deux Barometres ; lorſque la Hauteur moyene eſt de* 30 *Pouces.*

Degrés du Thermometre.	Pieds Anglois.
32°	85,86.
35°	87,49.
40°	88,54.
45°	89,60.
50°	90,66.
55°	91,72.
60°	92,77.
65°	93,82.
70°	94,88.
75°	95,93.
80°	96,99.

Uſage de cette Table G.

304. Toutes les fois que la hauteur moyene des deux Barometres eſt exactement 30 pouces Anglois, il n'y a d'autre trouble que chercher dans la Table le degré de la *temperature moyene* des deux *Thermometres détachés*, & l'on trouvera vis-à-vis ce degré, le nombre de pieds qui correſpondent à chaque *dixieme* de pouce Anglois, contenû dans la différence entre les deux Barometres.

Exemple 1er.

305. Suppoſons, par exemple, que le Barometre *A* ſe trouve à 31,6 pouces, & le Barometre *B* à 28,4 pouces : la moitié de leur ſomme (=60,0) eſt 30 pouces : dans ce cas, il y a une différence de 32 dixiemes de pouce entre les deux Barometres : car 31,6—28,4=32 pouces. Or, ſi la temperature moyene des deux Thermometres *detachés* eſt, par exemple, 45°, le nombre 89,60 qui ſe trouve dans la Table vis-à-vis le degré 45, montre que chaque *dixieme* de pouce donne la hauteur de 89,6 pieds. Ainſi, il n'y qu'à multiplier 32×89,6 : & le produit 2867,2 montre qu'il y a ce nombre de pieds en hauteur perpendiculaire entre les deux endroits, où l'on fit chacune de ces deux obſervations : c'eſt-à-dire, 2867 pieds, & environ 2 pouces & demie ; parceque 12 × 2=2,4.

306. Mais lorſque la hauteur moyene des deux Barometres n'eſt pas celle de 30 pouces Anglois : dans ce cas, la valeur de chaque *dixieme* de pouce, dans la différence des deux Barometres, ſera en raiſon inverſe de leur hauteur moyene pour celle de 30 pouces. Si l'on appelle *H*, la moyene hauteur des deux Barometres en pouces : *D*, la différence des deux Barometres, exprimée en *dixiemes* de pouce : *C*, le nombre trouvé dans la Table vis-à-vis le degré de la temperature moyene des deux Thermometres *detachés* : & *x*, la hauteur qu'on cherche ſavoir : la formule $\frac{30\,C\,D}{H}=x$, montre l'operation qu'il faut employer, pour connoitre la valeur *x* ; c'eſt à dire, pour connoître la vraie hauteur perpendiculaire entre les endroits, où l'on fit ces deux obſervations. L'Exemple ſuivant montrera la practique de ce calcul.

307. Sup-

EXEMPLE 2^d.

307. Supposons que le Barometre A. se trouve à la hauteur *apparente* de pouces — — — } 29,524
son Thermometre *attaché*, au degré — — 56,5
& le Thermometre *detaché*, au degré — — 57,
Supposons que le Barometre B. se trouve *apparemment* à pouces — — — — } 30,018
son Thermometre *attaché*, au degré — — 60,5
& le Thermometre *detaché*, au degré — — 60,25

Détail de ce Calcul.

308. La différence du degré de la temperature moyene 55°, à celle du Thermometre du Barometre A, n'est que 1,5° [56,5°—55°=1,5°]. Or nous avons, selon la Table E du N° 262,

pour 20 pouces	—	,002027
pour 9 pouces	—	,000912
& pour 5 dixiemes	—	,000051
en multipliant cette somme	—	,002990
par la différence	— —	1,5
		14950
		2990
& *retranchant* le produit	—	,004485
de la hauteur *apparente* du Barometre A.	—	29,5240
on aura la *vraie hauteur* de A : à savoir	—	29,5195

309. La différence du degré de la temperature moyene 55°, à celle du Thermometre *attaché* du Barometre B, est 5,5° (60,5°—55°=5,5°). Or, selon la même Table E. du N° 262, nous avons

pour 30,02 pouces — ,003042
qui multipliés par les degrés 5,5

15210
15210

donnent le produit — ,016731
qui doit être *retranché* de la hauteur — 30,018

pour avoir la *hauteur corrigée* (ou *vraie*) du Barometre B, à ſavoir — — — } 30,002
en y ajoutant la *hauteur corrigée* de A, — 29,520

& diviſant par 2 la ſomme — 59,522
on aura la ſomme moyene H de la formule ci-deſsùs : c'eſt-à-dire, on aura 29,761=H.

310. En retranchant, de la *vraie* hauteur de B, 30,002
la *vraie* hauteur de A, — — 29,520
la différence (=*D* dans la formule) ſera — ,482
Or, le Thermometre *detaché* du Barometre A, étoit à — 57,00°
& celui du Barometre B, étoit à — — 60,25°
leur ſomme eſt — 117,25°
donc la *temperature moyene* de l'atmoſphere (No. 272.) étoit 58,625°

311. Il faut à préſent chercher *C*, dans la Table *G* du N° 303 : c'eſt-à-dire, les pieds correſpondens à chaque *dixieme* de pouce entre les Barometres, vis-à-vis leur temperature moyene de 58,625° : mais, comme cette temperature eſt, dans la Table, entre le 50° & 60° ; on ſera obligé de la trouver par la proportion ſuivante : 5° [=60°—55°] : 3,625° [=58,625—55°] : : 1,05 pieds [=92,77—91,72] : *x*=*C*.

On multipliera donc — 3,625°
par pieds — 1,05

18125
3625

& on diviſera par 5 ce produit ; c'eſt-à-dire — 5) 3,80625 (,76125
On ajoutera ce quotient — ,76125
au nombre de pieds, vis-à-vis le 55° de la Table G : c'eſt-à-dire, à } 91,72
& cette ſomme — 92,481 pieds ſera celle, qui correſpond

reſpond à 58,625° : c'eſt-à-dire, ſera la quantité exprimée par C, dans la formule $\frac{30\,CD}{H}=x$ du N° 306.

312. Or, nous avons par le N° 310, en prenant les *dixiemes* comm' autant d'unités (parceque c'eſt à des *dixiemes* de pouce, que les nombres de la Table *G* correſpondent)

nous avons, dis-je — 4,820=D
nous avons auſſi, par le N° précédent — 92,481=C
& enfin, par le N° 309, nous avons — 29,761=H

En ſubſtituant ces nombres dans la formule ci-deſsùs $\frac{30\,CD}{H}=x$: c'eſt-à-dire, 30x92,481x4,82 : & diviſant le produit 13372,7526 par 29,761 : le quotient 449,3 montre que la hauteur perpendiculaire, entre les endroits des deux obſervations, eſt 449 pieds, & 4 pouces Anglois.

313. Si l'on fait ce calcul par la premiere *methode des Logarithmes*, comme dans les deux premiers exemples (N° 288 & N° 294.); on trouvera le reſultat de 450,122, c'eſt-à-dire, 450 pieds & 1,4 pouces : d'où il eſt evident, que ces deux méthodes donnent preſque les mêmes reſultats. On evite, à la vérité, par cette derniere methode, d'employer les *Logarithmes* dans le calcul ; mais en revanche, la premiere eſt moins embaraſſante, toutes les fois que les degrés de la temperature moyene de l'atmoſphere, ne ſont pas les mêmes exprimés dans la Table G.

314. Monſ. le Chevalier Shuckburg fit, en effet, ces deux obſervations à Rome : la premiere, avec un Barometre dans la galerie ſupérieure du dome de l'égliſe de St. Pierre, qui eſt 50 pieds au-deſſous de la croix de la coupole du même dome : & l'autre obſervation ſur le bord du Tibre ; il y meſura, geometriquement, la hauteur de la croix : & il trouva que cette hauteur étoit 502,2 pieds. Si l'on ajoute 50 pieds au premier réſultat, on aura 499,3 pieds, ce qui ne fait point trois pieds de différence : & ſi l'on ajoute la même quantité au ſecond réſultat, on aura 500,122 pieds, ce qui ne fait plus qu'environ 2 pieds, & 1 *pouce* & demi de différence.

315. On peut voir dans le Mémoire, que j'ai cité, de ce Savant, inſeré au N° 39 du *vol.* lxvii. des Tranſactions Philoſophiques, le détail du calcul de ce dernier exemple, où la différence du réſultat ſelon les obſervations du Barometre ne differe que d'environ 4 pouces de

de celui de la meſure geometrique. Mais M. le Chevalier Shuckburg pouſſa ſon exactitude, juſqu'à des *dixiemes* de *degré*, dans le Thermometre ; & juſqu'à des *dixaines de milliemes* de *pouce*, dans l'échelle du Barometre. Cette derniere quantité peut bien être déduite, en prenant la moyene de pluſieurs obſervations repetées dans le même endroit, comme je l'ai dit au N° 255 ; mais pour les *dixaines* de *degré* du Thermometre, il n'eſt pas poſſible de les determiner ; à moins, d'avoir des Thermometres d'une échelle fort grande (N° 378 & ſuivans) ; ou d'avoir un œil auſſi juſte, & ſi accoutumé à ces obſervations, comme ce Savant. On doit, en effet, au Chev'. Shuckburg, l'exemple d'obſerver le Barometre, avec la plus eſcrupuleuſe attention. C'eſt lui qui le premier demontra, les defauts, & l'inſuffiſance de la *methode* de M. de Luc, & des autres Savans : & qui donna enfin les *Regles*, les plus ſures & aiſées, pour reſoudre ce grand Probleme.

Sur le Raport des Obſervations du Barometre avec les Réfractions Aſtronomiques.

316. Pour ce qui regarde l'influence de la peſanteur variable de l'atmoſphere, ſur les *refractions aſtronomiques*, le lecteur pourra conſulter là-deſsùs l'*Aſtronomie* de Monſ. de la Lande, *livre* xii. N° 2236. C'eſt un objet qui, peut-être, ne ſera jamais determiné avec la derniere préciſion ; mais il y a eu des Aſtronomes de premier ordre, tels que feu Monſ. de la Caille, Mayer, de l'Iſle, & d'autres qui l'ont, en effet, pouſſé à une grande perfection.

Manière de démonter & empaqueter ce Barometre.

317. Il me reſte à dire deux mots, ſur la maniere de démonter & replacer cette eſpece de Barometres, dans leurs étuis, après l'obſervation : & ſur la methode pour y ſubſtituer un ſecond tuyau, lorſque celui du Barometre vient à caſſer par quelqu' accident. Quant au premier, il n'y a qu'à fermer la vis *n* (fig. 41) en la tournant de la droite à la gauche, avec la clef de la *figure* 17, qui ſe trouve au-dedans de la boëte, par deſſous une couverte de cuir : on ôte la clef *a* (même fig. 41.), qu'on met en *c* ; & inclinant doucement le Barometre en arrière, juſqu'à ce que le mercure monte en *k*, on tourne cette vis *c* avec la clef, de la gauche à la droite ; en ſorte, qu'en remettant

mettant le Barometre à plomb, le mercure rempliſſe tout le tuyau, juſq'au bout, qui eſt à découvert en *K* (N° 193).

318. Il faut neanmoins y employer un peu d'attention, pour ménager prudemment la preſſion de la vis *c*, à fin de faire reſter le tuyau tout rempli avec le mercure, ſans y laiſſer aucun vuide ſenſible en haut: car, ſi on tourne trop la vis *c*, on court le riſque de faire crever le ſac de cuir, qui forme le fond du reſervoir; ou autrement, on oblige le mercure à s'ouvrir quelque crevaſſe, ou voye, pour ſortir du reſervoir. Tout-au-contraire, ſi l'on laiſſe le mercure trop aiſé; on trouvera qu'à chaque ſecouſſe du Barometre, il frappera avec violence contre le bout *K* du tuyau, & il pourra aiſément le caſſer.

319. Après qu'on a tourné aſſez la vis *c*, pour que le mercure reſte près du bout *K*, lorſqu'il eſt à plomb; on peut le mettre horizontalement: &, s'il y a trop d'air dans le reſervoir, il paroitra dans le petit tuyau *b* (fig. 42.). Dans ce cas, on tourne tant ſoit peu la vis *c*, de la gauche à la droite, juſqu'à ce que cet air diſparoiſſe: & ſi elle ne peut tourner plus dans le même ſens, on renverſera le Barometre avec le reſervoir *n c* en haut, & le bout *K* en bas; on deviſſera alors la vis *c* tout-à-fait par ſa clef, en la tournant de la droite à la gauche: & on viſſera un peu la piece *e e* (fig. 42.), dans le même ſens (N° 196). Si l'on trouve, en remettant l'inſtrument horizontalement, qu'il y a encore de l'air dans le petit tuyau *b* (fig. 42.); on viſſera un peu plus la petite vis avec la clef *c*, juſqu'à ce que l'air diſparoiſſe.

320. C'eſt encore un des avantages de cette nouvelle conſtruction, qu'on voit tout ce qu'on fait avec l'inſtrument; au lieu qu'il faut diviner, pour ainſi dire, ce qu'il faut faire aux Barometres des autres conſtructions. Car il n'y a pas d'autre moyen pour reconnoitre l'air, qui reſte dans le reſervoir de ces derniers, que tatonner à différentes répriſes, avec la vis inférieure, juſqu'à ce que le mercure touche dans le bout *K* du tube, après que l'air du reſervoir s'eſt tout-à-fait echapé par les pores du cuir & du bois.

321. Enfin, on met la calote de metal *z z* (fig. 39.) dans ſa place, pour empêcher que la pouſſière, la pluie, ou quelqu' autre corps étranger, ne puiſſe pas entrer dans la boëte, & endomager l'inſtrument.

Inſtructions pour ſuppléer les Tubes qui ſe caſſent.

322. Lorſque le tube du Barometre vient à caſſer, par quelque accident ; il faut y mettre un autre qui ſoit de la méme groſſeur. Il eſt aiſé d'éprouver cette circonſtance, en pouſſant l'anneau *d*, qui eſt par derrière du *Nonius* (fig. 41.) juſqu'au bout inferieur de l'échelle du Barometre ; & en y faiſant entrer le tube par le bout, qui eſt fermé : à fin de voir, s'il y paſſe librement juſqu'au trou *K*.

323. Mais, pour mieux comprendre toutes les particularités de cette operation, qu'on ne peut pas conſidérer tout-à-fait comme des minuties, parcequ'elles ſont néceſſaires pour y bien reuſſir ; il faut conſiderer, avec attention, la forme intérieure du reſervoir, & l'arrangement de ſes pieces.

Méchaniſme intérieur du Reſervoir.

324. La *figure* 48 repreſente la ſection verticale de la partie inférieure du Barometre, afin d'en montrer tout le méchaniſme intérieur : & chaque piece y eſt deſignée un peu ſeparée de l'autre qui lui correſpond, pour qu'elle ſoit examinée avec plus de préciſion. On a fait paſſer tout exprès la ſection verticale, qui coupe cette figure, par le milieu du Barometre, & du petit tuyau *b* (fig. 42.), pour que ſa communication, avec le creux du reſervoir, ſoit entiérement à découvert. Ainſi, il faut conſiderer que l'inſtrument y eſt repreſenté lateralement ; tandis que toutes les autres figures le repreſentent, avec le petit tuyau tourné vis-à-vis de celui qui le regarde.

325. La partie inférieure du chaſſis de bois, que forme la tige du Barometre, eſt marquée par *b b z z* (fig. 48.) : elle entre à vis dans la partie ſupérieure de la boëte *d f* du reſervoir : & le rebord, ou modillon *z z*, doit être tant ſoit peu plus court, que le bord du trou *u*, dans le quel ſe trouve le clef *n* (fig. 41 & 42.), à fin de pouvoir être déviſſé, toutes les fois qu'on voudra ſeparer du reſervoir cette tige, pour examiner le tuyau, ou pour y remettre un autre nouveau.

Nou-

326. Nouvellement j'ai changé la manière d'ajouter la tige *k d a b* (fig. 41.), avec la boëte *n c*, par la vis de bois *z z* (fig. 48.); comm' on le verra dans les nombres 341 & 342; où je montrerai l'erreur que cette vis peut cauſer, étant de bois, dans la vraie meſure des hauteurs du Barometre. La rondelle *i i* (même fig. 48.) ſert d'écrou à la groſſe vis du centre, où l'autre vis mince *b* eſt logée: de façon qu'en tournant cet écrou *ii* de la droite à la gauche, tout l'équipage *ll* monte enſemble avec la vis *b:* & ſi celle-ci (la vis *b*) tourne toute ſeule dans le même ſens, alors elle fait deſcendre l'équipage de la plaque *ll*. Cette plaque (*ll*) eſt double, & tourne librement ſur le bout de la vis *b*, où elle eſt arrêté, par une coupille, entre les deux plaques dont elle eſt compoſée.

327. La boëte *d f* (fig. 48.) devroit être toujours, d'un ſeul morceau de quelque bois aſſez compacte; pour empêcher le mercure de s'en échaper. Les bons tourneurs ſavent bien, comment il faut tourner la cavité *d o o o f*, au-dedans d'une ſeule piece, ſans avoir beſoin d'aucune inſtruction là-deſsùs. En tout cas, on y doit paſſer du vernis au-dedans, pour empecher le mercure de s'en échapper par les pores du bois, ou par quelque crevaſſe imperceptible.

327. La cavité *v e o v* (fig. 48.) eſt proprement le reſervoir du Barometre, où ſe trouve plongé le bout *e* du tube, au milieu du mercure, dont le reſervoir eſt rempli: le fond *c* de ce reſervoir eſt de cuir. On l'attache, avec de la cole-forte d'Angleterre, aux parois d'un anneau de buis, dont *x x* repréſente la ſection; & cet anneau eſt attaché enſuite au bord ſaillant *v v*, par une bandelette de cuir, qui y eſt également colée tout autour par le dehors: *n n* repréſente la ſection de ce cuir.

329. On commencera donc l'opération, en raclant, avec un couteau, toute la bandelette de cuir *n n*, juſqu'à dégager tout-à-fait l'anneau de bois *x x*, & laiſſer le reſervoir tout à découvert. Après celà, on fera ſortir le bout *e* (fig. 48.) du tuyau caſſé, qui doit reſter cimenté dans la boëte du reſervoir (N° 330.), moyennant un morceau de verge de fer, ou un gros clou, qu'on frappera avec un marteau, juſqu'à ce que tous les morceaux de verre en ſoient chaſſés. On en raclera le dedans du trou, avec une broche quarrée; & on le nettoyera avec une

lime ronde. Enſuite on marquera la longueur néceſſaire du tube, en ſorte que le bout fermé paroiſſe par le trou *K* (fig. 41.) ; & que le bout ouvert ſoit au milieu du reſervoir, comm' il paroit en *e* (fig. 48.). On en coupera le ſurplus du tuyau : ce qu'on exécute aiſément avec une lime triangulaire ; car en le limant tout au tour, aſſez vitement, il s'y fend & caſſe de ſoi-même.

330. On liera, au tour de l'endroit du tuyau, qui doit reſter dans l'eſpace *r o* (fig. 48.) une ficelle cirée bien étroitement ; de façon qu'en y mettant le tuyau, il y reſte bien ferme dans cette partie de la boëte, & ſans le moindre mouvement, comme ſi c'étoit une ſeule piece.

Du meilleur Ciment pour les Tubes.

331. J'ai trouvé, qu'une pâte faite avec de la ceruſe, ou blanc de plomb, & du verniz huileux de gomme copal, eſt un ciment qui ſurpaſſe tous les autres qu'on connoit. Ce ne fut qu'après avoir fait un grand nombre d'eſſays, avec d'autres ſubſtances, pour cet objet, que j'arrivai à trouver cette compoſition. *Voyez la* Note *b* du N° 426. On met de ce ciment, tout à l'entour du tuyau en *r o* (fig. 48.), ſans beaucoup de délai ; parcequ'il ne manque pas de ſécher en peu de tems ; ou, du moins, il forme briévement une eſpece de croute, qui affoiblit ſa tenacité.

332. Au bout de 24 heures, on remplit le tuyau avec du mercure bien purifié. Celui qui eſt diſtillé, ou revivifié du cinabre, eſt le meilleur pour les Barometres ; parcequ'il eſt le plus debaraſſé de toutes les parties hétérogenes. Cependant on doit toujours le nétoyer de toute ſorte de pouſſière ; ce qu'on fait aiſément, en le paſſant deux ou trois fois, par des cornets ou cones de papier blanc, avec un petit trou dans le fond, par où le mercure coule tout clair & ſans pouſſiere. Au bout de chaque écoulement, on doit mettre à part le peu de mercure qui reſte dans le papier ; parcequ'il ſe trouve chargé de la pouſſière : & on ſe ſerve d'un autre cone de papier propre, pour le répaſſer de nouveau.

Préparation du Mercure.

333. Avant d'employer le mercure dans le Barometre, il eſt fort à-propos de le faire bouillir pendant un quart d'heure, ou même plus, ſur

ſur un feu de charbon bien clair & ſans fumée. On met le mercure dans une terrine de grès, ou dans un pot neuf de terre cuite, qui ſoit verniſſé au-dedans; c'eſt-à-dire, dont l'intérieur ait une couverte de cette matière vitrifiable, dont les fayanciers & potiers couvrent ordinairement leurs ouvrages. On couvre ce pot avec un couvercle de la même matière; ou autrement, avec un couvercle fait de bois ſec (au defaut du premier), pour récueiller le mercure qui monte en forme de vapeur, tandis que la partie aqueuſe ſe diſſipe dans l'atmoſphere, ou eſt imbibée dans le couvercle. J'ai trouvé cette humidité dans le mercure pluſieurs fois, en le faiſant bouillir: & M. Macquer affirme le même fait, dans ſon *Dictionnaire de Chimie*. On ſera bien de mettre le rechaud ſur une terrine plate, & aſſez grande pour ſauver le mercure, en cas que le pot creve avec le feu; comm' il arrive quelquefois.

Pour bouillir le Mercure dans le Tube.

334. Après avoir bouilli le mercure, on le laiſſe refroidir aſſez pour le paſſer par le papier, comme je l'ai dit ci-deſsûs: & pour en remplir le tuyau, qu'on doit échauffer auparavant, pour qu'il ne ſe fende point. Enſuite, on realume un feu bien net de charbons ſecs dans le rechaud, & on y approche très lentement le bout du tuyau; car ſi on l'approche tout d'un coup au feu, il ne manque pas de ſe fendre avec la chaleur ſoudaine. En peu de minutes, on verra que le mercure y bout au-dedans avec un bruit auſſi fort, qu'on ne manque pas de craindre que le tube va être caſſé, lorſqu'on voit cette operation pour la premiere fois.

335. On peut tenir avec la main le tube, tandis qu'il bout, par l'extremité qui eſt ouverte; parceque la chaleur ne ſe fait jamais ſentir à cette diſtance. On verra dans peu de tems, que pluſieurs bulles d'air s'attachent au parois intérieures du tube. Pour les faire ſortir, il faut mettre le bout du doigt, couvert d'un morceau de papier ou de cuir, ſur l'ouverture du tube; & l'incliner de coté, dans tous les ſens, pour ramaſſer ces bulles d'air, & les faire ſortir toutes enſemble avec l'air qu'on y a introduit. On répétera cette operation pluſieurs fois alternativement, en le faiſant bouillir; & en faiſant ſortir ces bulles d'air, juſqu'à ce qu'il n'y en reſte plus.

336. Les Artiſtes ſe contentent, pour la plupart, de faire bouillir le mercure ſeulement dans le bout fermé du tuyau de verre : au lieu de le faire bouillir dans toute ſa longueur. En effet, cette derniere operation ne ſe fait pas ſi aiſément que la premiere : car, il faut laiſſer refroidir le tout par degrés, avant de paſſer à bouillir le reſte ; autrement, le bout de tuyau qui eſt échauffé, ſe fend aiſément avec le froid ſoudain. Il faut, auſſi, avoir un rechaud, avec des ouvertures laterales aſſez grandes, pour y paſſer ſucceſſivement le tuyau, & menager toute l'operation avec un ſoin extreme.

337. Réellement, lorſqu'on a fait bouillir bien le mercure avant de le mettre dans le tube, & qu'on l'y introduit encore avec quelque chaleur, avant de le laiſſer refroidir tout-à fait, de crainte qu'il ne s'attire quelque humidité de l'air : on pourra, peut-être, s'epargner cette trouble de plus ; car j'en ai vû des Barometres excellens, qui avoient été faits de cette manière : c'eſt-à-dire, dont le mercure avoit bouilli ſeulement dans le bout *K* (fig. 41.) : & qui ne manquoient pas de montrer leurs colonnes mercurielles à la même hauteur que les autres, avec leſquels on avoit eu tout le trouble extraordinaire, dont je viens de parler.

338. Après avoir bien bouilli le mercure dans le tuyau, ſans y laiſſer aucune bulle d'air, en ſorte que toute ſa ſurface ſoit auſſi brillante qu'un miroir : on remplit tout le reſervoir *v e v* (fig. 48.), qui, pour lors, ſe trouve renverſé, aiant l'embouchure *v v* tournée en haut : on le remplit, je dis, avec du mercure, autant qu'il peut contenir. On le ferme avec l'anneau de bois *x x*, dont le milieu eſt garni avec le petit ſac de cuir *c* : on met, tout à l'entour de la jointure, une bandelette de cuir *n n*, couverte de la cole forte fondue, qu'on y laiſſe ſecher juſq'au jour ſuivant.

339. En preſſant un peu avec le doigt ſur le cuir *c* (fig. 48.), qui forme le fond du reſervoir, on verra bientôt, ſi le tout eſt, ou non, bien fermé, & ſans aucune crevaſſe, par où le mercure puiſſe ſortir. On viſſe l'autre moitié *g k* (même fig. 48.) de la boëte du reſervoir, ſur celle *d f*, & on viſſe la petite vis *b*, en la tournant doucement de *g* vers *k*, juſqu'à ce qu'on ſent, par ſa reſiſtance, qu'elle touche le fond *e* du reſervoir ; ou, pour mieux dire, la ſurface du mercure qui eſt dedans. On redreſſe alors le Barometre dans ſa poſition naturele ;

on

on y met le chaſſis, ou tige de bois *K d a n* (fig. 41.) que l'on viſſe : & l'on place le tout, ſelon que je l'ai dit ci-deſsûs, au N° 317 & 319.

340. Si, par hazard, on trouvoit que le Barometre n'avoit pas aſſez de mercure dans ſon reſervoir, ce qu'il ſeroit aiſé de reconnoitre, en le mettant dans le ſens horizontal, comme j'ai dit au N° 319, il ſera aiſé d'y en mettre d'avantage, en ouvrant la clef *n* (fig. 41 & 42.), & en y appliquant un cone de papier pour ſervir d'entonnoir, afin d'y jetter la quantité de mercure, dont il a beſoin, & qui doit être ſuffiſante pour remplir tout le tuyau juſqu'au bout *K* (fig. 41.), ſans que la plaque ronde *l l* (fig. 48.), puiſſe mettre jamais en contact, le cuir *c* du fond du reſervoir, avec l'orifice *o* du tuyau.

Sur deux nouveaux Arrangemens plus avantageux de ces Barometres.

341. J'ai penſé, depuis peu, à deux autres conſtructions, ou, pour mieux dire, nouveaux arrangemens, par leſquels ces Barometres deviennent encore plus commodes. Le premier conſiſte à ſupprimer la vis de bois *z z* (fig. 48.), par laquelle la tige *k d a n* (fig. 41.) eſt viſſée à la boëte *n c*. Au lieu de cette vis de bois *z z*, on ſubſtitue trois petites vis de metal, dont on voit deux *m m* (fig. 49.), par leſquels la baſe de la même tige *b c*, eſt attaché à la boëte *d f*. On y ajoute deux pieces de metal, comme deux petits crampons, une de chaque côté, marquées par des points *m m*, dans la *figure* 48. Il ſuffit de tirer une ligne droite ſur chaque petit crampon, en la continuant horizontalement ſur l'endroit qui lui correſpond dans la boëte, pour être aſſûré toujours, par ſa coincidence, que le *zero* des meſures, marquées dans les échelles, n'a pas ſouffert aucune variation.

A. L'arrangement, dont je viens de parler, pour ſupprimer la vis *z z* (fig. 48.), merite l'attention d'obſervateurs. Car il eſt bien aiſé de concevoir que cette vis étant de bois, doit s'uſer avec le tems, & devenir fort lache. En effet, il a falu mettre quelquefois des rondelles de cuir, ou de papier, entre le rebord de la vis, dont il s'agit, en pluſieurs Barometres, faits même par Mr. Ramſden, artiſte célébre de Londres (qui employa le premier cette conſtruction), à fin que la face du devant, de la boëte du reſervoir, puſſe correſpondre exactement à celle de la tige ; ce qui demontre le défaut, que je corrige par la methode que je viens de propoſer. Certès, il y a du ridicule, ou

plutôt de la bâtiſſe, à pouſſer les obſervations du Barometre juſqu'à des *milliemes* de pouce, & même au-delà, ſans jamais prendre ſoin à faire en ſorte, que l'échelle de la tige, par laquelle elles ſont meſurées, ne produiſe pas des erreurs beaucoup plus grandes.

342. J'ai penſé également, qu'on épargnera du trouble, & même de la depenſe, ſi l'on ſubſtitue un tuyau de laiton à la tige de bois. Ce tuyau en ſera alors le même ſervice; & ne rendra pas le Barometre bien plus péſant. Il doit avoir deux fentes oppoſées, comme celle de l'échelle *k d a* (fig. 41.) & l'autre qui eſt par derrière, dont l'on a parlé au N° 206: & l'on y fera les mêmes diviſions ſur chaque côté de la fente du devant du tuyau, qu'on a décrites au N° 207, &c. Monſ. l'Abbé Fontana, directeur du cabinet de ſon Alteſſe R. le grand Duc de Toſcane, eut auſſi la même idée que moi: & il fit exécuter un de ces Barometres à Londres, avant ſon départ en 1779.

342. *A.* Cette tige de metal peut avoir le *Nonius* arrangé dans la forme dont j'ai parlé au N° 232; & la regle dentelée, ou crémaillere, dont j'y parlé, peut être formée dans la face laterale de la fente de la tige metallique, ſans aucun inconvénient. Cette tige, ou tuyau metallique, doit entrer à vis dans une rondele de metal, dont la partie ſupérieure de la boëte *d f* (fig. 49.) ſera garnie: car les vis de metal ne s'uſent point ſi aiſément que celles de bois. L'on y peut employer également les mêmes trois petites pieces, ou crampons, dont je viens de parler (N° 341.) pour marquer l'endroit juſqu' auquel on doit viſſer cette tige à la boëte *d f.*

342. *B.* Il eſt vrai, que la différente temperature de l'atmoſphere doit cauſer quelques variations dans les diviſions de cette tige metallique: tandis que celle de bois n'eſt pas ſi ſujete à ces variations; mais elles ne ſeront jamais aſſez conſidérables pour cauſer des erreurs ſenſibles dans la pratique. D'ailleurs, il n'eſt pas difficile d'en tenir compte; car ſi l'on prend, avec un compas à verge de ſapin, la diſtance; par example, entre le *zero* & le *trentieme pouce* de ce Barometre dans deux temperatures aſſez différentes; on en peut aiſément calculer la partie proportionelle, dont il faut augmenter ou retrecir chaque hauteur du Barometre, ſelon la différence de la temperature. Je fais faire actuellement quelques uns de mes Barometres, par l'une & par l'autre de ces deux formes, dont je viens de parler.

342. *C.* Les

342. C. Les Barometres que j'ai décrits juſqu'ici, peuvent bien être appliqués à faire des obſervations ſur mer, en les montant ſur des ſuſpenſoirs aſſez fermes, dont je donnerai l'idée dans le N° 358 A : & en leur donnant les autres arrangemens néceſſaires pour mieux reuſſir, dont j'y parlerai. Mais, comme le but qu'on ſe propoſe dans les obſervations barometriques à bord des vaiſſeaux, eſt principalement pour être averti du mauvais tems, & des tempêtes qui vont ſuivre, dont le barometre ne manque pas de donner aſſez d'avance indices très marquées : il vaut mieux paſſer actuellement à la deſcription des *Barometres de chambre*, faits ſelon cette nouvelle conſtruction ; après quoi, il ſera plus naturel de parler des obſervations meteorologiques, faites avec le Barometre ſur terre ; & enſuite, de celles qu'il eſt fort avantageux de faire ſur mer, pour obtenir l'avantage, dont je viens de parler.

Sur les Barometres de Chambre, pour les Obſervations Meteorologiques.

343. Lorſqu'on veut avoir des Barometres de l'eſpece, dont je viens de donner la deſcription, adaptés aux obſervations météorologiques ; il eſt aſſez de leur ajouter des échelles bien plus courtes, que dans les précédens : c'eſt-à-dire, depuis les 26 ½ juſqu'aux 32 pouces Anglois. Dans ce cas, on leur donne à la partie ſuperieure, la forme repréſentée par la figure 47. Les deux échelles de la meſure *Angloiſe*, & de la *Françoiſe* (N° 207.), y ſont toutes deux au coté droit de l'obſervateur.

344. La piece du *Nonius*, quoiqu' attachée à l'anneau, qui ſert à prendre la vraie hauteur du mercure ſans paralaxe (comme je l'ai dit au N° 206) elle n'y tient que par un coté, & paſſe entierement par derriere la plaque, où ſont les échelles, menant un *Nonius* de chaque coté *z* & *p* (fig. 47.), ſur chacune de ces deux échelles. C'eſt en mettant la clef (fig. 21.), dans le trou *b* (fig. 47.), qu'on fait monter, ou deſcendre ces deux *Nonius*, enſemble avec l'anneau, pour montrer la hauteur préciſe de la colonne mercuriele dans l'inſtrument. *Voyez le* N° 206.

345. Quoique les obſervations de la temperature de l'atmoſphere entrent dans le plan des obſervations météorologiques, en ſorte que le Thermometre pour cet objet, doit être expoſé à l'air exterieur du coté du Nord, & tellement ſitué, qu'il n'y ait aucune muraille, ou d'autre corps, qui puiſſe réflechir ſur lui la chaleur des rayons ſolaires :

cependant on ne regarde point les obſervations de ce Thermometre *detaché*, comm' appartenantes à celles du Barometre de Chambre.

346. Quant au Thermometre *attaché*, il eſt indiſpenſable de l'avoir enſemble avec le Barometre, parceque la temperature d'une chambre eſt preſque toujours fort différente de celle de l'air exterieur: & par conſequence, c'eſt une erreur fort groſſiere d'appliquer, aux corrections barometriques, le degré de la temperature d'un autre Thermometre, qui ne ſoit pas dans les mêmes circonſtances que le Barometre (*voyez le* N° 241.).

347. Ce Thermometre *attaché* eſt fixé ſur la plaque de metal *m n* (fig. 47.) à la gauche de l'inſtrument, ou plutôt de l'obſervateur. Les trois échelles dont je parlai au N°243 & 257, y ſont gravées: & les nombres de l'échelle de correction (N° 257) montrent les centiemes de pouce qu'il faut *ajouter*, ou *retrancher*, de la hauteur obſervée du Barometre, ſelon que la temperature du mercure ſe trouve au-*deſſous*, ou au-*deſsùs* de la temperature moyene de 55° de Fahrenheit.

348. Il y a deux petits aiguilles horizontales ſur la plaque du Thermometre, qui tiennent par derrière à une verge dentelée: & celle-ci engraine dans le pignon *t* (fig. 47.): ainſi on les fait mouvoir en haut ou en bas, en tournant la clef (fig. 21.), qu'on met dans la tige *t* (fig. 47.), juſqu'à ce que les pointes des deux aiguilles ſoient vis-à-vis le *degré actuel* du Thermometre: dans ce cas, elles marquent au même tems le *degré* de l'échelle de *Reaumur*, celui de l'échelle de *Fabrenheit*, & outre celà la quantité de la correction qu'on doit faire à la hauteur du Barometre: ſavoir en *plus*, ſi le Thermometre eſt au-*deſſous* de 55° de Fahrenheit; ou, en *moins*, s'il eſt au-*deſsùs* de cette temperature moyenne (N° 257. & ſuivans).

349. Il eſt fort à-propos d'avoir, auſſi, le ſommet, ou bout ſuperieur du tuyau de ces Barometres, tout-à-fait à découvert: comm' on l'a averti au N° 193, en pratiquant le trou qui laiſſe voir, s'il y a, ou non, quelque bulle d'air introduite dans le tuyau, avant de ſuſpendre l'inſtrument dans ſa place.

350. Pour ce qui regarde le reſervoir, & la partie inferieure de ces Barometres, elle a l'apparence de la fig. 42, & ſon interieur eſt décrit dans le N° 324, & ſuivans: mais il n'eſt pas neceſſaire d'avoir

d'avoir plus que la vis *c :* car, en effet, la ſeconde vis, ou rondelle *e e*, décrite dans le N° 196, n'eſt point d'utilité dans les Barometres dont il s'agit à preſent.

351. Il ſeroit, cependant de quelque ſervice qu'il y eut un petit entonnoir d'ivoire, au dedans duquel la clef *n* (fig. 41 & 42.) fit ſon office. Car, ſi l'on oublie de fermer cette clef *n*, lorſqu'on a obſervé la colonne du mercure, par exemple, à 31 pouces : & il arrive, que l'atmoſphere devient fort legere, en ſorte que le mercure deſcende, juſqu'à 28 pouces, par exemple ; il ne manquera pas d'en ſortir quelque part du Mercure. Mais, dans un cas pareil, c'eſt l'obſervateur, & non pas l'inſtrument, qu'on doit blamer pour celà : d'ailleurs, on y peut remettre, en tout tems, au tant de mercure, comm' on en a perdu, ſans la moindre inconvenience.

352. Comm' il eſt plus commode d'avoir ces Barometres ſuſpendus dans une muraille : j'ai crû neceſſaire d'employer la petite potence de metal *a c d* (fig. 47.), qui tourne ſur ſon petit axe vertical *c d*, dans les deux anneaux de la plaque *e c b o d*, fixée à la muraille par les quatre vis, dont on voit les trous dans la figure. Car ces Barometres ont également une fente oppoſée à la partie ſupérieure du tube, pour voir, à travers de lui, la ſurface du mercure, comm' on l'a dit au N° 206. Cette petite potence a un crochet à ſon bout *a*, du quel eſt ſuſpendu. librement le Barometre par l'anneau qui eſt à ſon ſommet. Ainſi, il eſt aiſé de mettre toujours le Barometre contre le jour : & d'obſerver en contact la curvature ſupérieure de la ſurface du mercure avec l'anneau du petit tuyau, comme je l'ai dit au N° 203 & 206.

Sur les Obſervations Météreologiques.

353. La maniere de faire les obſervations avec ces Barometres, eſt la même qu'on a dejà expliquée, en traitant du Barometre, pour obſerver la hauteur des montagnes. On commence par mettre la ſurface intérieure du mercure dans le petit tube *b* (fig. 42.), au *zero* de l'échelle, comm' on l'a dit au N° 203. Enſuite, on obſerve la ſurface ſupérieure (N° 206) : & après celà, on paſſe à faire la correction de la temperature actuelle, qui doit être *additive*, lorſque le Thermometre eſt au-*deſſous* de 55° de Fahrenheit ; ou *ſouſtractive*, lorſqu'il eſt au-*deſsùs* du même degré. *Voyez le N° 257 & ſuivans.*

354. Toutes.

A. Il faut, neanmoins, ne pas mépriſer des probabilités dans les affaires de la vie humaine : car, réellement, ce n'eſt pas notre partage d'en avoir des évidences, que ſur un très petit nombre de connoiſſances abſolues de pratique : & nous ſerions bien-tôt aſſoupis, tout-à-fait, dans l'inaction & dans l'ennui, ſans le ſupport de la probabilité, pour établir l'eſpérance de reuſſir dans nos entrepriſes.

B. Ainſi l'on employe le Barometre fort avantageuſement, & très ſouvent, avec un grand ſuccès, pour connoître d'avance, ſur mer, les changemens du tems, & même les orages paſſagers : afin de pouvoir preparer, comm' il faut, les voiles & les arrangemens néceſſaires du vaiſſeau : & d'éviter, autant qu'il eſt poſſible, les funeſtes conſequences d'un mauvais tems ſoudain.

Application des nouveaux Barometres aux Obſervations ſur Mer.

358. Quoique je parlerai plus bas (N° 363.), des Barometres marins inventés par le Dr. Hook, qui, en effet, ſont fort commodes pour être employés ſur mer : il ſera à-propos de donner ici la methode, par la quelle mes nouveaux Barometres peuvent être employés également au même uſage, ſans devenir inutiles aux obſervations pour meſurer des hauteurs. De façon qu'on pourra les employer comme *marins*, tandis qu'on ſera à bord du vaiſſeau : & enſuite, on pourra aller faire ſur terre, toute autre eſpece d'obſervations, avec les mêmes inſtrumens. Pour remplir ce double objet, il faut employer les moyens ſuivans, dont j'ai promis de parler ci-deſſus au N° 342, *C.*

A. En premier lieu, il faut avoir un autre ſuſpenſoir plus ferme que celui répreſenté par la *fig.* 41, qui ne pourroit pas ſe ſoutenir, & ſeroit renverſé par les mouvemens violens du vaiſſeau. Ce ſecond ſuſpenſoir n'eſt qu'une boëte, en forme d'une pyramide quarrée, dont la baſe eſt, pour le moins, auſſi grande que ſa hauteur : celle-ci eſt d'environ les deux tiers de la hauteur *K c* du Barometre (fig. 41.) : &, par conſequent, il doit avoir ſon eſſieu (N° 194.) un peu plus haut que la *fig.* 41 ne le ſuppoſe. Dans ce cas, le ſecond eſſieu, dont j'ai parlé au N° 232, n'a pas beſoin d'être mis auſſi bas qu'il y eſt dit. On met le cercle mobile pour cette ſuſpenſion, dont j'ai parlai au N° 194, à la partie ſupérieure de cette boëte pyramidale : & on y employe deux vis, ou des chevilles, pour aſſujettir les deux bouts de l'axe du Barometre, de

façon qu'il n'en puiſſe ſortir de ſoi-même, par aucun mouvement accidentel.

B. La *ſeconde circonſtance* doit être celle d'entourer la boëte du reſervoir *n c* (fig. 41.) avec un couſſin rond & bien mou, à fin d'amortir es coups, qu'il peut être forcé de recevoir en frappant contre la ſurface intérieure de la caiſſe, ou ſuſpenſoir pyramidal, lorſque les mouvemens violens du vaiſſeau le font frapper d'un coté & de l'autre. Car, malgré l'attention qu'on doit avoir à rafermir & arrêter, tout-à-fait, l'inſtrument dans le tems d'orage: il peut arriver, qu'on s'oublie d'employer cette precaution. Meſſieurs Nairne & Blunt, & Mr. Dollond auſſi, qui ont fait de ces Barometres avec beaucoup de perfection, & dont les poſſeſſeurs furent fort ſatisfaits, tacherent d'appliquer toujours un poids conſiderable au bout de la boëte *n c* (fig. 41.) du reſervoir: pour rendre ce Barometre moins vacillant, & aſſez ferme, contre les impulſions du tangage du vaiſſeau. Cette précaution eſt fort bien fondée: & rien n'empeche pas de la pratiquer dans le cas, dont il s'agit actuellement.

C. En *troiſieme lieu*, il faut ajouter une petite piece d'ivoire, (*voyez la fig.* 46. *e*), au bout inférieur *e* du tuyau (fig. 48.), qu'on y cimentera (N° 331.), & qui aura un petit trou *e*, d'un *vingtieme* de pouce avec une valve *b c:* à fin que le mercure n'ait pas trop de liberté pour pouvoir être mis en mouvement tout d'un coup. L'objet de cette addition n'eſt pas uniquement pour empêcher le mercure de frapper trop fortement contre le bout *K* (fig. 41.); car, outre le moyen que je viens d'indiquer, on pourroit prendre encore un autre, que j'ai vû pratiqué il y a long-tems, & qui ſe trouve quelque part dans un Journal François, comm' une choſe nouvelle. Ce moyen conſiſte à faire un rétreciſſement au bout ſupérieur du tuyau, comm' on le voit repreſenté dans la *fig.* 49. *a.* Réellement, ce rétreciſſement empêche que le mercure ne caſſe point le bout ſupérieur *K* (fig. 41.) du tuyau, lorſqu'il y frappe avec violence. J'employe, quelquefois, de ces tuyaux avec grande avantage, en mon opinion, dans quelques uns des Barometres, que je fais executer ſous ma direction.

D. Mais, à l'égard du *Barometre marin*, il faut avoir attention avec plus de particularité à la fermeté, ou, pour mieux dire, à l'immobilité, s'il eſt poſſible, du mercure dans le tuyau du Barometre. Car à moins d'avoir cette qualité, il eſt très difficile de determiner la hauteur

hauteur vraie du mercure, qui repreſente la preſſion de l'atmoſphere : & ſans avoir l'inſtrument preſqu' auſſi fixé & auſſi tranquille comme lorſqu'il eſt ſur terre, on aura de la difficulté à en reconnoitre les variations.

359. Pour mieux obtenir cette qualité dans le Barometre marin, j'ai fait pluſieurs eſſais ; & je crois l'avoir fort approché de la perfection dont on a beſoin, par le moyen de la piece ci-deſsùs, dont je viens de parler, qui eſt repreſentée par la fig. 46, *a*. Elle conſiſte proprement en deux valves, miſes à angle droit l'une de l'autre, dont la coupe, ou ſection horizontale de la *fig.* 55, fait voir toutes les deux, tandis que la ſection *verticale* de la figure 46, *a*, ne peut pas montrer qu'une ſeule. Ce ne ſont proprement que deux lentilles d'ivoire, renfermées chacune dans une capſule, ou petite boëte de la même matiere, viſſée dans la même piece. Chaque capſule a un petit trou d'environ un vingtième de ligne ; & c'eſt par les deux trous que le mercure du reſervoir *vevooo* (fig. 48.), communique avec celui au-dedans du tuyau.

A. Il eſt très aiſé de concevoir, que ces deux valves lenticulaires doivent laiſſer paſſer franchement le mercure, en montant ou deſcendant entre le tuyau & le reſervoir ; parcequ' étant plongées dans un fluide, dont la peſanteur ſpecifique eſt infiniment plus grande que la leur, elles doivent être conſtamment pouſſées en haut, au-dedans de leur capſule ; &, par conſequent, doivent laiſſer un paſſage libre tout à l'entour, pour que le mercure obeiſe à la preſſion lente & graduelle de l'atmoſphere. Mais auſſitôt qu'il y aura le moindre mouvement rapide & ſoudain dans le mercure, par le tangage du vaiſſeau dans un ſens ou dans l'autre, elles doivent être pouſſées d'abord contre le trou reſpectif, & le boucher tout-à-fait : & ſi, par hazard, les valves ou lentilles reſtoient long tems, bouchant, par leur contact, les trous reſpectifs, il ſuffiroit de frapper doucement le Barometre avec le doigt (N° 203.), pour que le paſſage ſoit ouvert de ſoi-même.

B. Il faut remarquer, que c'eſt pendant le beau tems, qu'on a beſoin de ces obſervations ſur mer, pour prévenir & faire les diſpoſitions neceſſaires, à l'égard du mauvais tems qui va venir. Car pour ce qui regarde la prédiction du *beau tems*, pendant la tempête, elle ne tire pas à conſequence : je veux dire, quoiqu'on ſeroit bien aiſe de le ſavoir d'avance, on n'a pas la moindre neceſſité de préparer le vaiſſeau pour

le

le recevoir. Au contraire, lorſque le mauvais tems va venir, cet inſtrument ne manque pas d'en donner des ſignes aſſez ſenſibles, en deſcendant, dans peu de tems, fort au-deſſous de ſa hauteur ordinaire : & celà bien avant que la tempête eclate. De façon qu'on peut arranger les voiles, & prendre les autres précautions néceſſaires, pour mettre le vaiſſeau en état de ſupporter l'orage moins déſavantageuſement.

C. On voit bien d'après cette reflection, que l'obſervation de ces Barometres, ne peut pas avoir la moindre difficulté ſur mer, pendant le tems qu'elle eſt plus importante & néceſſaire. Même, en ſuppoſant que le tangage du vaiſſeau produiſe quelque mouvement dans la hauteur du Barometre ; il n'y a qu'à regarder les deux extremités de ce mouvement : c'eſt-à-dire, qu'elle eſt la plus *grande*, & la plus *petite* hauteur du mercure au-dedans du tube : & prendre la moitié, ou la moyenne de ces deux extremités, pour avoir la vraie hauteur actuelle, cauſée par la preſſion de l'atmoſphere.

360. Or, pour ces obſervations, il ne faut pas qu'un peu d'attention à examiner ſouvent, ſi la hauteur du Barometre ſe ſoutient, ou non, comm' auparavant : ſans qu'il ſoit neceſſaire pour celà d'ouvrir le reſervoir, ni avoir aucun égard au *zero* de l'échelle ; c'eſt-à-dire, ſans examiner, ſi la ſurface inférieure du mercure en *b* (fig. 42.), ſe trouve, ou non, en contact avec l'anneau du petit tuyau, comm' on l'a dit au N° 204.

A. Tout au contraire, on doit tourner la vis *b* (fig. 41.), de la droite à la gauche, juſqu'à ce que le mercure deſcende à l'endroit *dooof*, où le reſervoir a la plus grande largeur horizontale : car, alors les hauteurs de la colonne mercurielle ſeront plus ſenſibles dans la partie ſupérieure ; tandis que, dans l'autre cas, elles n'y paroîtroient que de moitié, comme dans un vrai ſiphon. Il eſt preſqu' inutile d'ajouter encore, que le même Barometre peut ſervir dans la ſuite aux obſervations ſur terre, pour meſurer des *hauteurs*, comm' on l'a inſinué au N° 358.

B. S'il ne s'agiſſoit que d'avoir des Barometres deſtinés uniquement aux obſervations ſur mer, je ne balancerois pas à recommander le *Barometre marin*, inventé par feu Mr. Paſſement, que j'ai vû chez lui de ſon vivant à Paris, tandis que j'y fis mon ſéjour vers l'année

1758 ou 1759. On peut voir l'idée de ce Barometre dans l'ouvrage de Mr. de Luc, ſur les *Modifications de l'Atmoſphere*, N° 61, *Note a.* Mais je ſuis charmé d'apprendre, depuis peu, que Meſſieurs Nairne & Blunt ont travaillé ſur cet objet, avec un ſuccès extraordinaire: & que différens Barometres marins de leur nouvelle conſtruction, étant eſſayés ſur mer, ont parfaitement repondu à leur expectation. Je ne ſais pas encore, en quoi conſiſte la conſtruction nouvelle de ces Meſſieurs, dont les talens ſont aſſez connûs pour ne pas nous douter de leur ſuccès. Auſſi-tôt qu'ils decouvriront leur methode, je ne manquerai pas de l'annoncer au public, dans la premiere occaſion, pour le ſervice & avantage des marins. *Voyez le* N° 363. ſur les petits Barometres Marins du Dr. Hooke, perfectionnés depuis peu.

Declaration de l'Auteur.

361. Il me reſte à dire encore un mot ſur *mes Barometres*, & ſur *mes Tables*, pour le calcul des hauteurs. Quant aux premiers, je conjure le lecteur de ne pas les confondre avec ceux de l'eſpece, que j'ai citée au N° 190; quoiqu' en effet ils ont différentes circonſtances & proprietés, qui leur ſont communes. Les Barometres que j'appelle de *mon nom*, je le repete, ſont uniquement ceux qui ont les qualités décrites dans le N° 180, dans les cinq numeros ſuivans, dans ceux cités au N° 185, & dans les N°ˢ 341, 342, 358, 359, & 360. Les Philoſophes, amateurs de cette branche de phyſique, jugeront, ſi les avantages que je leur ai fournis, par ma conſtruction de ces inſtrumens, ſont aſſez importans pour les employer dans leurs obſervations. Je le crois, il eſt vrai, tels; mais je ne prétends point être infallible dans mon jugement. Mon but étant celui de pouſſer cette eſpece d'obſervations, au plus haut degré de perfection, dont j'étois capable; j'ai conſideré, qu'il étoit à-propos de reveiller l'attention du public, par le titre de la Nouveauté. Dans le fond, il m'eſt fort indifférent, ſi cette mon opinion eſt, ou non, généralement adoptée: & je me ſuis déja aſſez declaré, ſur le mérite des *inventions* (dans la Note F. de mon *Traité ſur les Octans*), pour ne pas avoir beſoin de répéter ici les mêmes ſentimens.

362. Pour ce qui regarde les deux *tables décimales* du N° 262 & 284, j'ai bien ouvertement déclaré de les avoir formées ſur les principes, établis par les experiences & obſervations de Mr. le Chevalier

Shuckburg. Cependant mes deux tables ſont compriſes en 18 lignes ; & à peine occuperoient-elles une demi-page, ſi je les mettrois enſemble, l'une à coté de l'autre ; tandis que celles du dit Chevalier ne prendent pas moins de trois pages entières. J'ai employé auſſi les *Logarithmes*, au lieu des *Tables* que le même Chevalier eut la patience de calculer ſur celles des mêmes *Logarithmes*, & qui rempliſſent trois autres pages *in quarto* de ſon *Mémoire :* parceque j'ai reflechi, que les *Tables des Logarithmes* ſe trouvent entre les mains de tout le monde ; & qu'il ne s'agit d'aucune autre opération, que d'y chercher ſimplement *deux* nombres (ſur quoi il n'eſt pas poſſible de ſe méprendre) ; & d'en ſouſtraire l'un de l'autre, pour en avoir le réſultat ; ce que tout le monde eſt en état de faire par ſoi-même, & ſans aucun autre ſécours. Enfin, j'ai donné toute l'opération du calcul, d'une hauteur obſervée avec le Barometre, en employant la Table du N° 303. que le même Chevalier rendit publique, comme *particulièrement commode.* Le lecteur pourra juger, d'après les opérations de cet exemple ; ſi la *premiere* methode n'eſt pas bien plus aiſée que la *ſeconde*, dans la plupart des obſervations : c'eſt-à-dire, dans celles qui ne ſont pas exactement dans les *onze cas*, exprimés par la Table ; comme je l'ai déjà remarqué ci-deſsùs, au N° 313.

Des petits Barometres Marins du Dr. Hook.

363. Après avoir donné la deſcription & uſages de mes Barometres, je ne balancerai point à ajouter ici un précis de la conſtruction de quelques autres, qui ont des avantages particuliers. C'eſt ce que je vais faire d'autant plus volontiers, que je ne m'écarterai point de mon ſujet, & moins encore du but principal pour lequel j'écris ; à ſavoir, celui d'être utile au Public ; objet infiniment plus précieux, dans mon opinion, que celui de lui plaire, par la diſpoſition de mes materiaux, unité de mon ſujet, ou agrémens de l'élocution & pureté du language. Celles-ci ſont des qualités, aux quelles je n'ai jamais eu la moindre pretenſion ; parceque j'ai ſenti aſſez de bonne heure, que toute la gloire de les poſſeder n'étoit que trop futile, & ne valoit pas la peine de me tourmenter la patience pour tacher de les acquerir. Je commencerai, donc, par le *petit Barometre Marin*, inventé par le Dr. Hook, au commencement de ce ſiecle. Cet inſtrument méritoit, en verité, un ſort meilleur que d'avoir tombé dans un oubli preſque total, comm' il l'eſt actuellement, malgré les

grands avantages, que pluſieurs Navigateurs de réputation ont éprouvé, en l'employant, à bord de leurs vaiſſeaux, pour connoître d'avance l'approche des orages & tempêtes, lors même que cet inſtrument n'étoit pas auſſi perfectionné comm' il eſt aujourd'hui.

363. *A.* Ce Barometre conſiſte dans un *Manometre* mis à coté d'un *Thermometre*. Les expanſions de l'air renfermé dans le Manometre, cauſées par la chaleur de l'atmoſphere, tandis que ſa péſanteur ſe trouve à une hauteur connue, y ſont marquées par les mêmes nombres des degrés du Thermometre. Ainſi toutes les autres différences de la péſanteur de l'atmoſphere, qui arrivent dans la ſuite, doivent faire *monter* ou *deſcendre* le Manometre au-delà du degré qui correſpond à celui montré par le Thermometre. Je vais donner la deſcription de cet inſtrument, avec les perfectionnemens qu'on a fait en Angleterre au Manometre, aux quels je viens d'ajouter la circonſtance avantageuſe de le rendre portable. Il n'y a qu'à comparer cet inſtrument avec celui décrit par le Dr. Déſaguliers, dans ſon *Cours de Philoſophie*, dont Mr. de Luc avoue, neanmoins, l'utilité pour les obſervations ſur-mer (N° 61. de ſon Ouvrage ſur les *Modificat. de l'Atmoſphere*): & l'on ſera convaincu, que celui-ci eſt infiniment ſupérieur.

363. *B.* Soit *f i n k* (fig. 57.) un Thermometre de mercure d'environ 13 ou 15 pouces en longueur. La boule *k* peut être recourbée en arrière (ſi l'on veut), & reſter cachée entre le faux-fond du chaſſis. L'échelle *i n* de ce Thermometre doit être graduée, pour le moins, dès la *glace* (32° de Fahrenheit) juſqu'à la plus *grande chaleur* de l'été, ou même juſques au degré 90 de la même échelle. *Voyez le* N° 242. *ſur la poſition du bout de la tige du Thermometre.*

363. *C.* Le Manometre eſt compoſé de deux tuyaux *a c & b d:* le premier a un boule *a*, qui peut être également recourbée & cachée par derrière le faux-fond. Ce tuyau eſt étroit, & du même calibre que l'autre *b d:* tous les deux ſont cimentés (N° 331.) à deux embouchures coniques de bois dur, qui communiquent avec le reſervoir *e*; dont le robinet *c* peut empêcher la communication avec le tuyau *a c*, lorſqu'on le tourne en bas; c'eſt-à-dire, dans la poſition contraire, repreſentée par des points dans la *figure 57.* Le tuyau *b d* communique toujours avec le reſervoir; mais il a une embouchure d'ivoire, ou de bois dur, en forme d'entonnoir en *b*, qui peut être fermée

fermée à volonté, avec un bouchon de la même matière. Il y a une échelle fixe tout-au-long, entre ces deux tuyaux, qu'on doit diviſer, comme je vais le dire : & un autre échelle *m s*, qui eſt mobile dans la rainure *a c* : celle-ci eſt de trois pouces, diviſées en *dixiemes* ; & marquée par les numeros 31, 30, 29 & 28.

363. *D.* Le reſervoir *e* a un ſac de peau, qui eſt ſitué lateralement, & qui peut être pouſſé vers *e*, en tournant la clef *g*. La boule *a* doit être d'une grandeur telle, que l'air, contenu dans ſon creux à la température de la *glace*, ne puiſſe avoir une expanſion plus grande, que la capacité de ſon tuyau *n c*, moins environ 3 pouces. On remplit donc le tuyau avec du mercure, tandis que le Thermometre eſt à 32°, laiſſant la boule *a* pleine d'air : on en met aſſez dans le reſervoir *e*, en ſorte que tournant la clef *g*, il puiſſe monter dans le tuyau *b d*, juſques vis-à-vis la ſurface du mercure en *n*, ayant toujours le robinet ouvert, pour qu'il communique avec le reſervoir. On fait changer graduellement la temperature de la chambre, ou de la boëte, où l'on fait l'opération ; marquant ſur l'échelle *x z*, qui eſt entre les tuyaux *n c* & *b c*, les mêmes degrés montrés par le Thermometre *k f* : & ayant ſoin de tourner le clef *g*, en ſorte que le mercure en *b d*, ſoit toujours à la même hauteur de celui, qui eſt dans l'autre tuyau *n c* ; parceque, ſans cette circonſtance, il y aura de l'erreur dans la vraie expanſion, que l'on croiroit être toute cauſée par la chaleur dans le Manometre. Après avoir diviſé la grande échelle *x z* entre les deux tuyaux *n c* & *b d* ; on doit mettre un *index*, ou aiguille *t*, dans l'échelle mobile *m s*, exactement au *même* pouce, & *dixième* ou *centième* de pouce, où ſe trouve le Barometre ſimple, tandis qu'on fait l'opération, dont on vient de parler.

363. *F.* Le chaſſis de cet inſtrument doit être garni d'un verre, en forme de porte, pour pouvoir l'obſerver, ſans cauſer aucune variation dans le Manometre, par la haleine de l'obſervateur. C'eſt par cette raiſon qu'on laiſſe, au dehors, la clef *g* ; & qu'on pratique une autre *b*, pour hauſſer ou baiſſer l'échelle *m s*, ſans ouvrir la porte qui renferme l'inſtrument. Voici, à preſent, la pratique des obſervations. 1°, Tournez la clef *g*, juſqu'à ce que le mercure dans les deux tuyaux *n c* & *b d*, ſoit préciſement à la même hauteur. 2°, Examinez le degre du Thermometre dans l'échelle *i n*. 3°, Mouvez par l'anneau *b* l'échelle *m s*, juſqu'à ce que l'aiguille *t* ſoit vis-à-vis le méme degré dans l'échelle *x z* du Manometre. 4°, Si l'aiguille *t* coincide exactement

ment avec la ſurface du mercure du Manometre, c'eſt une marque que la peſanteur ou preſſion de l'atmoſphere eſt la même, dans la quelle cet inſtrument fût conſtruit, qui eſt celle, où l'aiguille ſe trouve placée dans cette échelle; autrement la différence réelle de cette preſſion, paroitra par les pouces, & parties de pouce de cette échelle *m s*, vis-à-vis leſquelles ſe trouvera pour lors le mercure.

363. *F.* Enfin, lorſqu'il s'agit de tranſporter cet inſtrument, d'un endroit à un autre quelconque, il n'y a qu'à tourner en bas le robinet *c*, pour que l'air qui eſt dans le tuyau *n c*, ne puiſſe pas s'échapper: & pouſſer le mercure du reſervoir *e*, juſqu'à peu de diſtance de l'embouchure *b*, par le moyen de la clef *g*. On le bouchera avec le bouchon qui lui appartient: & l'inſtrument ne pourra point être derangé dans ſon tranſport, pourvû que le robinet *c e* ſoit auſſi bien arrangé qu'il le faut. Monſ. Adams, artiſte fort intelligent & très connu de cette capital, vient d'entreprendre la conſtruction de ces inſtrumens, ſelon que je viens de la décrire: & je me flate, qu'on les adoptera deſormais avec grand avantage pour les uſages de mer.

N. B. Pour ce qui regarde le mouvement, cauſé par le tangage dans le mercure de ces petits Barometres marins, il n'eſt jamais fort conſiderable; & en y appliquant ce que j'ai dit au N° 359, *C.* on n'aura pas la moindre difficulté à reconnoitre la vraie variation, qui y eſt cauſée par la peſanteur de l'atmoſphere. Si le maître de chacun de ces Barometres avoit la curioſité de marquer, ſur l'échelle *a e*, avec un crayon, la hauteur du mercure, lorſqu'il ſe trouvoit dans quelques orages ou tempêtes; cette marque ſerviroit à l'avertir, avec plus d'efficace, des approches du danger.

Des Barometres appropriés à d'autres Objets de la Vie Civile.

364. Les avantages qui reſultent très ſouvent, de l'obſervation du Barometre, à toutes les perſones, dont les affaires & entrepriſes dependent, en quelque façon, de la qualité du tems, ſont auſſi importans & nombreux, qu'il eſt aſſez ſurprenant de voir le peu d'attention, qu'on prête en général à cet objet, dans la vie civile. Les fermiers, dans leurs labours, ſemailles, & recoltes, preſque tous les manufacturiers, les maſſons, les voyageurs, &, pour ainſi dire, tout le monde en général, ont très ſouvent un grand intérêt à connoître d'avance les

changemens, que le tems va faire dans la ſuite: & à cet égard, le Barometre ne manque pas d'en avertir, plus ou moins, de bonne heure.

364. *A.* Pour cette eſpece d'obſervations, plus l'échelle du Barometre ſera aggrandie, plus les différentes hauteurs de la colonne du mercure, déviendront ſenſibles, vis-à-vis de ceux qui n'ont pas aſſez de connoiſſances, ou de patience, pour les examiner par des obſervations delicates. Je vais donner en abregé la deſcription de quelques Barometres de cette eſpece, qui me ſemblent plus avantageux; ſans prendre aucune notice de pluſieurs autres, qui, ſelon moi, ne ſont pas ſi commodes dans la pratique.

Idée du Barometre de Deſcartes.

365. Le Barometre, inventé par le fameux Deſcartes, remplit aſſez bien ces vûes, malgré tous les défauts qui le rendent inſuffiſant pour les obſervations, qui demandent de l'exactitude. On en trouve la deſcription dans la *Aerometrie* de Wolf, propoſ. 28.: & dans l'ouvrage de Mr. de Luc, ſur les *Modifications de l'Atmoſphere*, N° 24. Soit le tube *a b* (fig. 51.), formé avec une eſpece de boëte, ou phiole cylindrique *c d f e*, d'un diametre beaucoup plus grand, à la hauteur ordinaire depuis 28, juſqu'au pouce 31me au-deſsùs de ſon reſervoir *b g*. Mettez, au-dedans de ce tube, qui pour lors doit être renverſé, autant de l'*eſprit de vin*, ou même de l'*eau*, *coloré en rouge* ou *en bleu*, comme la partie *a c d* en peut conténir: mettez y enſuite du mercure, juſqu'à ce que tout le tuyau ſoit plein: bouchez le trou *b* avec le doigt; &, redreſſant le tuyau dans la poſition repreſentée par la *figure* 51, avec l'ouverture *b*, au-dedans du reſervoir *b g*, l'eau montera en haut, vers le tuyau *a c d*, tandis que le mercure, comme plus peſant, occupera ſeulement la partie inférieure, depuis environ la moitié du gros cylindre *c d f e*.

365. *A.* On conçoit bien que tous les changemens, correſpondans à la peſanteur de l'atmoſphere, dans ce Barometre, doivent paroître dans le tuyau *a c d*, par des eſpaces qui ſeront en raiſon inverſe des *quarrés* de ſon diametre pour *celui* du diametre de la phiole cylindrique *c d f e*. Ainſi l'on diviſera, ſelon cette proportion, une échelle au long de *a c*, où les variations du Barometre ſeront montrées par des eſpaces

eſpaces fort grands. J'ai vû quelques uns de ces Barometres en Angleterre, qui avoient été produits par un jeune Philoſophe, comme une invention nouvelle, faute d'en connoître mieux. Ils ſont excellens pour l'uſage de la campagne.

N.B. On doit couvrir toute la partie inférieure depuis *b g*, juſqu'à *c d*, avec quelque tringle, ou bordure de boiſerie, non ſeulement pour le garantir des accidens ; mais parceque le tuyau inférieur eſt ordinairement peu agréable à la vue, par le mélange des goutes de l'eau rouge qui y reſtent attachées.

Du Barometre à Cadran, ou à Poulie.

366. Le célébre Dr. Hook, contemporain du grand Newton, inventa le *Barometre à Cadran*, qu'on employe aſſez communement aujourd'hui : & qui, en effet a beaucoup de mérite. Il conſiſte dans un ſiphon *a b n* (fig. 56.) plein de mercure. Un petit poids, qui flote ſur le mercure de la branche inférieure *m* du ſiphon, eſt attaché par un fil, autour de la petite poulie *n :* & preſque contrebalancé par l'autre petit poids *o*, qui y eſt ſuſpendu par un autre fil, attaché à la même poulie. Cette circonſtance de la ſuſpenſion de ces deux poids par des fils différents, ſe pratiquoit en Angleterre bien avant que Mr. de Luc eut ſongé à écrire ſon Ouvrage, où il la recommende dans la Note *b* du N° 35. Car j'ai vû un vieux Barometre de feu mon ami le Dr. Knight, qui avoit été arrangé de cette manière, il y a, à cette heure, plus du 20 ou 30 ans.

366. *A.* L'aiguille *c d* eſt fixe dans l'axe, qui doit être très ſubtil, de cette poulie *n :* & elle même doit être très legère, & bien equilibrée à ſon centre. Quoique l'eſpace parcouru par le mercure dans la petite branche *m o* du ſiphon, ne ſoit que la moitié de celui montré par le *Barometre Simple* ; l'aiguille *c d* montre, en effet, les variations du poids de l'atmoſphere ſur le cadran, par des eſpaces cinq ou dix fois plus grands ; parcequ'ils ſont proportionels à la longueur du diametre *x z*, qui eſt tout-à-fait arbitraire.

Idée

Idée du Barometre diagonal, ou incliné,

367. Le Chevalier Moreland, Anglois, eſt l'inventeur du Barometre *incliné*, ou *diagonal*, dont on fait encore un grand cas aujourd'hui, comm' on peut le voir par le N° 67 du *Traité* ci-deſsùs de Monſ. de Luc. Ce Barometre montre auſſi, par des eſpaces fort grands, les variations de l'atmoſphere. Il eſt repreſenté par la fig. 54. Le tuyau *a n b c d* eſt plié en *n*; de façon qu'il forme la diagonale *n d:* & la perpendiculaire *d e* eſt égale à la différence entre la moindre & la plus grande hauteur du Barometre ſimple; c'eſt-à-dire, depuis 28 juſqu'à 31 pouces au-deſsùs du reſervoir *x a*.

367. *A.* On voit bien que, ſi l'on fait cette diagonale de 15 ou 21 pouces, le mercure y en doit parcourir cinq ou ſept, pour chacun du Barometre ſimple. Feu Mr. Horme, gentilhomme Anglois de Aſhby, en Lancaſtre, rendit bien plus commode cette eſpece du Barometre, en racourciſſant le tuyau *n d* juſqu'à *b:* & ajoutant, à coté du premier, deux autres tubes *f g b* & *x k l*, qui ſont plongés dans le même reſervoir *x a*, & dont les coudées correſpondent aux eſpaces *b c* & *c d*, comme la *fig.* 54 le montre, ſans avoir beſoin d'autre détail. Probablement cellui-ci eſt le perfectionement, dont le Dr. Deſaguliers parle (à la fin du N° 18 de la Leçon dixième de ſon *Cours du Phyſique*) comm' étant faite par Mr. Horme, dans le Barometre incliné; & non pas dans la préparation du mercure, comm' il le dit. Ce fut entre les papiers de feu Mr. Adams, & que ſon fil eut la bonté de me communiquer, que je trouvai cette belle idée de Mr. Horme.

Idée du Barometre Stéréometrique.

368. Je dois l'idée de ce Barometre à Mr. le Chevalier Marſille Landriani, gentilhomme Milanois, actuellement Profeſſeur de Philoſophie à Milan, qui en eſt proprement l'inventeur. Il eut la bonté de me communiquer la deſcription d'un Barometre nouveau de ſon invention, qui a l'avantage de pouvoir être employé comme Barometre ſimple, ou comme celui à ſiphon de Monſ. de Luc: & qui, en outre, peut montrer les différentes hauteurs de la colonne mercurielle, par les différences de la quantité, ou *maſſe du mercure*, qui les forme dans le tuyau. C'eſt à ce titre que je l'appelle *Barometre Stéréometrique*. Je ne m'arreterai pas à la deſcription totale de cet inſtrument; que

le Public peut recevoir bien plus avantageuſement de la main même de l'inventeur : d'ailleurs, il ne peut pas avoir place entre ceux, dont je traite actuellement, que ſeulement ſous ce point de vue : c'eſt-à-dire, à titre de rendre fort ſenſibles les moindres variations, dans la peſanteur de l'atmoſphere. Ainſi, je me flate que l'Inventeur ne trouvera pas mal, que je profite ſeulement de cette partie de ſon invention, qui a du report à mon ſujet, en y faiſant quelques petits changemens, que je crois plus avantageux pour le but, que je me ſuis propoſé.

368. *A.* Soit le tube *a b* (fig. 58.) recourbé en *b*, comm' un ſiphon; où l'on a adapté une boëte, ou reſervoir d'ivoire *c*, avec un robinet *d*, fait de la même matiere, mais à double trou : c'eſt-à-dire, en ſorte qu'en le tournant horizontalement, il y ait une communication franche, entre le reſervoir *c* & l'interieur du tuyau *b a* ; mais, qu'en le tournant dans le ſens vertical, alors tout le mercure qui ſe trouve dans le reſervoir *c*, puiſſe ſortir au-dehors, & tomber dans l'entonnoir *e*. Cet entonnoir eſt cimenté à un tube de verre, d'un diametre fort petit & bien calibré, dont le bout *i* eſt ouvert & recourbé en haut, comm' on le voit dans la figure. Ce tuyau doit être cimenté ſur une petite planche *n z*, avec une échelle diviſée en 25mes, ou même 64mes de pouce.

368. *B.* On conçoit bien, d'après cette conſtruction, qu'après avoir rempli le tuyau *a b* avec du mercure : il n'y a que mettre l'entonnoir *e i* au-deſſous du robinet *d*, & y recevoir tout le mercure qui ſe trouve dans la boëte *c d*, à chaqu' obſervation. Ce mercure étant meſuré par l'échelle *n z*, à coté du tuyau *e i*, dont le diametre eſt cinq ou huit fois plus petit que le diametre du tuyau *a b* du Barometre, il doit montrer les variations 25, ou même 64 fois plus grandes que le Barometre ſimple.

368. *C.* Si l'on employoit un bon pair de balances pour peſer, à chaque fois, le mercure contenû dans le reſervoir *d e*, on pourroit pouſſer encore plus loin l'agrandiſſement ſenſible de ces variations. Et enfin, ſi l'on formoit un gros cylindre *f g* au bout ſupérieur du tuyau *a b*, depuis les 28 juſqu'aux 31 pouces au-deſsùs du fond du reſervoir *c*, qui en doit avoir le même diametre, ou encore bien plus grand, on pourroit pouſſer cette exactitude fort au de là des *milliemes* de pouce.

même tube eſt perpendiculaire à l'horizon, ſeront aiſées à remedier dans la pratique, en formant une table de ces corrections, s'il y en a, pour chaque inclinaiſon, &c.

369. *B.* Lorſque la hauteur du mercure eſt de 28 pouces, l'angle du Barometre doit être de 25° 24′ 53″ : à la hauteur de 29 pouces, cet angle doit être 20° 41′ 38″ : & à la hauteur de 30 pouces, il ne doit être que de 14° 35′ 35″. Il eſt fort aiſé de calculer tous les autres angles intermediaires pour chaque *dixieme*, *centieme*, & *millieme* de pouce ; c'eſt-à-dire, tous les *co-ſinus* correſpondens à ces hauteurs, depuis l'angle ci-deſsùs de 29° 25′ 44″, juſqu'au rayon de 31 pouces : de façon qu'ayant formé une table de la valeur de tous ces angles, & ayant ajouté un *Nonius* (*e*), pour gliſſer ſur l'arc de l'échelle *z y*, on y reconnoitra la vraie hauteur du Barometre, avec la plus grande exactitude.

369. *C.* Autrement on peut ſe contenter de ſuppoſer la hauteur de 31 pouces, diviſée en 100,000 parties ; & dans ce cas, il n'y a qu'à employer les Tables des *ſinus naturels*, en marquant les 27 pouces, par 6° 34′ 16″ (ou ſimplement 60° 34′, en mépriſant les *Secondes*) ce qui eſt le *co-ſinus* de l'angle 29° 25′ 44″, & ainſi de ſuite, pour toutes les autres hauteurs ; mettant ſur l'échelle *z y* le nombre des degrés, qui ſuivent juſqu'au *ſinus total.* Ainſi, lorſque le *Nonius* qui ſe trouve en *e* (fig. 59.) marque, par exemple, 60° 34′, le *ſinus* de cet angle eſt 87093 : c'eſt-à-dire, $\frac{87093}{100000}$: donc, ſi l'on ſuppoſe 31 pouces diviſés par 100000, il n'y a qu'à multiplier ſon quotient ,00031 par 87093, & le produit 26,99883 donne la vraie hauteur de la colonne du Barometre. En général, il ne s'agira que de prendre à chaqu' obſervation, dans les Tables des *ſinus naturels*, le nombre correſpondant au *degré* & *minute* marqué par le *Nonius* ſur l'échelle *z y* (fig. 59.) : & les multiplier par la fraction conſtante ,00031, pour avoir le nombre de *pouces*, & des fractions de *pouce*, qui ſont alors la vraie hauteur du Barometre.

Idée du Barometre Statique.

370. Je finirai ce récit des *Barometres à grande échelle*, par le *Barometre Statique*, inventé par le Chevalier Moreland, ſavant Anglois, dont j'ai deja parlé ci-deſsùs au N° 367, qui le preſenta au Roi Charles II. d'Angleterre. Ce Barometre a la ſingularité de montrer

les variations de l'atmoſphere, par des eſpaces doubles de ceux montrés par le *Barometre Simple.* Il eſt cependant aſſez extraordinaire, qu'aucun des Auteurs qui ont traité de ce ſujet, n'ayent point fait mention de cet inſtrument: du moins, je ne me ſouviens pas d'en avoir rencontré la deſcription imprimée aucune part: ni ai-je vû de ma vie plus que deux de ces Barometres, le ſeuls, peut-être, qui exiſtent aujourd'hui dans l'Europe. L'un en fut fait en 1760, par feu Mr. Adams, artiſte fort habile de Londres, pour le Roi actuel de la Grande Bretagne, alors Prince de Galles: & l'autre avoit été commencé, peut-être auparavant, par feu Mr. Jonathan Siſſon, artiſte célébre de cette Capitale. Je le trouvai, par hazard, très bien conſervé chez un particulier: j'en fis auſſitôt l'acquiſition: & je l'ai actuellement chez moi, tout-à-fait fini ſous mes yeux, avec quelques changemens, qui en rendent la conſtruction plus avantageuſe.

370. *A.* La fig. 53 repreſente le *Barometre Statique* dont je parle: *b d* eſt un tuyau de verre plein de mercure: avec une boule en *b*, pour fair evanouir l'effet de quelque petite bulle d'air, qui ſe trouve audedans. Le bout inférieur *f* eſt plongé dans le reſervoir *a d e f.* Vers le milieu de ce tube, ſe trouve une agraphe *g* de metal, par laquelle il eſt ſuſpendu au bout du bras, ou fleau de la balance *b l*, moyennant deux petites chaines de metal, comme celles des montres de poche, qui poſent ſur une portion de cercle *b g*, pour que la preſſion du tuyau barometrique ſoit toujours à la même diſtance du centre du fleau. L'autre bout *l* eſt formé ainſi en portion de cercle par la même raiſon, à fin que le contre-poids *k k* ſe trouve toujours à des diſtances égales.

370. *B.* L'aiguille, ou index *m n* de ce fleau, eſt auſſi contrebalancée par la boule *m* de metal ſolide, qui eſt viſſée au bout ſupérieur de cette aiguille. Le tout doit y être ſi contrebalancé, que l'on trouve un equilibre parfait dans toutes les poſitions ou ſituations de ce fleau. Il eſt eſſentiel de faire toutes ces pieces aſſez minces, pour en eviter le poids: mais comm' il faut auſſi qu'elles puiſſent tenir fermes, ſans plier en aucun ſens, on y a appliqué les deux fils de metal *z z z z* & *r r r r*, qui produiſent cet effet. Enfin l'axe du fleau *b l*, & de ſon aiguille *m n*, poſe ſur quatre roulettes, dont on voit les deux *e e* dans la *figure:* & il y a une échelle *p q* toute diviſée, ſur laquelle la hauteur du Barometre eſt montrée par l'aiguille *n.*

370. *C.*

370. *C.* La manière la plus ſure pour regler ce Barometre, eſt d'attendre que la hauteur du Barometre Simple ſoit à 29 *pouces* & demi. Alors on ajoute autant de dragée de plomb dans la boëte *k*, comm' il faut pour que l'aiguille ſoit vis-à vis du milieu de l'échelle *p q*. On attend juſqu'à ce, que le Barometre Simple ſoit monté ou baiſſé d'un pouce : on y marque cette diſtance ſur l'échelle : &, l'on en diviſe le reſte par des portions pareilles, qu'on ſubdiviſe dans la ſuite, en *dixiemes* & *centiemes* de pouce, &c.

371. J'ai dejà avancé ci-deſsùs, que les hauteurs du mercure dans le Barometre Statique, ſont doubles de celles du Barometre Simple : c'eſt-à-dire, ſi l'on met une échelle *o g*, attachée au tube *b d*, on verra que le mercure y parcourt *deux* pouces, tandis que le Barometre Simple n'en monte, ou deſcend, qu'*un ſeul* pouce. La raiſon en eſt, parceque dans le Barometre Simple, la preſſion de l'atmoſphere, ſur le tuyau du Barometre, eſt ſoutenue par la baſe du reſervoir, ou de la planche, où il eſt monté ; de façon que le mercure qui y eſt dedans, reſte en équilibre, avec la preſſion qui agit ſur le mercure du reſervoir.

371. *A.* Mais dans le Barometre Statique, toute la preſſion ſur le tuyau n'eſt pas ſoutenue, que par l'équilibre du poids *k* : &, par conſequence, elle y doit agir avec une force double : de façon, que, ſi le poids *k* (fig. 53.) ſoutient le Barometre *b d* à 29 *pouces* de hauteur : il eſt evident, qu'en ajoutant une preſſion égale à celle d'un pouce de mercure en *b*, il faudroit ajouter une autre en *l* ou *k*, pour conſerver l'équilibre.

371. *B.* Mais comme le contrepoids reſte toujours le même, le tuyau doit s'enfoncer de cette quantité dans le reſervoir ; &, par conſequence, la colonne du mercure ne ſeroit plus haute qu'auparavant : c'eſt-à-dire, elle ne ſeroit alors que de 29 *pouces* au lieu de 30, qu'il y doit avoir ſelon la ſuppoſition. Il faut donc que, dans ce cas, le mercure monte encore *un* autre *pouce*. Par conſequence, il y parcourira un double eſpace dans le tube ; tandis que la vraie hauteur du mercure, au-deſsùs de la ſurface de ce qui eſt dans le reſervoir, n'eſt augmentée que d'un ſeul pouce ; comm' il eſt aiſé de s'aſſurer, en mettant un index *x* ſur la planche, à coté du tuyau *b d*.

371. *C.* Il eſt aiſé de concevoir, que plus le fleau *b l* ſera long & inflexible, plus il y aura d'exactitude dans le mouvement de ce Ba-

rometre ; dans un cas pareil, on peut employer un eſſieu d'acier trempé, comme dans les balances ordinaires. De même, ſi l'aiguille eſt beaucoup plus longue, les diviſions de l'échelle *p q* deviendront beaucoup plus grandes : & enfin, ſi l'on forme le tuyau *b d*, comme celui de la *fig.* 58, en ſorte que les variations cauſées par la preſſion de l'atmoſphere, ſoient produites dans l'eſpace, où ſe trouve la boſſe *f g* (fig. 58.), on ſera alors plus ſur de l'effet produit dans le fleau *b l*, & par conſequence de l'indication de l'aiguille ſur l'échelle *p q*.

372. L'horloge perpetuel, qu'on a fait à Londres, il y a quelques années, & qui reuſſit parfaitement bien, étoit conſtruit ſur le même principe du Barometre Statique. Deux grands vaiſſeaux de criſtal, dont l'un faiſoit l'office du tube *b d* (fig. 53.), & l'autre celui du reſervoir *a c f*, étoient ſuſpendus par des chaines qui paſſoient ſur des poulies ; & qui, avec leur mouvement, faiſoient remonter, par des rochets & encliquetages à propos, la force motrice de la pendule. Cette idée eſt fort heureuſe & très commode dans un inſtrument, ſi généralement neceſſaire, & ſi communement employé dans la vie civile, pour connoître les différentes portions de la méſure ſucceſſive du tems. Mais la méchanique moderne vient encore de faire, dernièrement, un autre pas ſemblable, à l'égard des montres de poche, dont il y en a deja, qui n'ont pas beſoin d'être montées jamais, pour marcher continuellement ; car elles les ſe remontent d'elles-mêmes par le ſimple mouvement, qu'elles reçoivent, étant portées dans la poche : & celà, ſans que leur forme, ni leur volume ſoient différentes des montres ordinaires. J'en ai eſſayé deux depuis peu, faites par Meſſrs. Spencer & Perkins pendant 28 jours : & j'en fus on ne peut plus ſatisfait. En raportant ces Idées aux obſervations météorologiques, je me trouve entrainé à communiquer celles, qui me ſont venues ſur cette matière, & qui font l'objet des articles ſuivans.

Idée d'un Météorographe Perpetuel.

373. Les obſervations météorologiques font, depuis un grand nombre d'années, l'occupation de beaucoup de Savans, & d'autres perſonnes, qui s'y employent, ou par leur propre curioſité, ou pour ſéconder le déſir & les grands vues des prémiers. Il n'eſt pas néceſſaire d'entrer ici dans le détail des avantages, qui réſultent de ces obſervations, qu'on ne peut pas trop multiplier dans toutes les différentes

rentes poſitions des lieux, & climats du globe; car tout le monde eſt d'accord, que la combination & les réſultats de ces obſervations contribuent infiniment à l'avancement des connoiſſances humaines, relatives à la Phyſique Générale; & à celles qui ont du raport à la Médécine, par la grande influence, ou plutôt dependance, qu'il y a entre elles & les functions animales.

373. *A.* Il eſt cependant très certain, que les obſervations météorologiques ont encore quelques défauts aſſez conſidérables, à la plupart deſquels il ne ſeroit pas difficile d'apporter effectivement du remede; ſi les perſonnes, qui ſont à même de les pourſuivre, vouloient ſe donner la peine de généraliſer un peu plus leur plan. En prémier lieu, il faudroit avoir égard au nombre des objets intéreſſants dans la météorologie, dont les viciſſitudes journalières demandent d'être connues enſemble avec celles du *Barometre* & du *Thermometre:* & telles ſont la *qualité* & la *force* des *vents:* la quantité de de la *pluie*, de l'*humidité*, & de l'*évaporation:* la hauteur des *marées*, &c. Et en ſecond lieu, il faudroit ſavoir le vrai tems de ces phénoménes: c'eſt-à-dire, à l'égard de l'heure préciſe, dans laquelle ils ſont arrivés, de même que leurs variétés précédentes & ſubſequentes au terme principal de chacun. Car ce n'eſt pas aſſez de ſavoir, ſi, par exemple, le *Barometre*, ou le *Thermometre*, étoient à une telle hauteur, ou à un tel degré, dans la 8me, 9me, ou 12me heure du jour; mais auſſi, s'il y eut quelque autre variation ou changement conſidérable dans l'interval entre l'heure qu'on a marquée, & celle du jour ſuivant, ou l'autre du jour qui l'a précédé: & quel étoit le moment où chaque variation arriva.

373. *B.* L'inſtrument, dont je vais donner l'idée, produit les effets dont je viens de parler: & c'eſt par cette conſidération, que je l'appelle *Météorographe Perpetuel:* parcequ'il donne conſtamment les obſervations météorologiques pour chaque heure du jour: & celà ſans d'autre trouble que celui de le remonter au bout de la ſemaine, ou du mois: c'eſt-à-dire, au même tems qu'on remonte la pendule, qui lui ſert de regulateur. L'idée en eſt ſi ſimple & ſi aiſée dans la pratique, qu'il n'y a pas de perſonne tant ſoit peu curieuſe, qui ne puiſſe pas le faire arranger ſous ſes yeux, & à peu de frais, par un artiſte quelconque, même d'une capacité fort médiocre.

373. *C.*

373. *C.* Je ſuppoſe *prémierement*, qu'il y ait une pendule ordinaire, qui aille huit jours, ou un mois, ſans être remontée. En *ſecond lieu*, que les inſtrumens météorologiques ſoient tels, que leurs degrés ſoient montrés par quelque piece, qui ait un mouvement vertical au long de leurs échelles, comme je le montrerai tantôt. Et en *troiſieme lieu*, que l'obſervateur ait une chambre, ou même un grénier, deſtiné uniquement à l'appareil de ces obſervations.

373. *D.* Soit une planche *a b* (fig. 60.) poſée ſur deux rouleaux *d m*, miſe contre la muraille, entre les deux tablettes *l c* & *d e*: *b f* eſt un cordon attaché par le bout *b*, à la planche, & par l'autre bout à la poulie *f*; un autre cordon également attaché à la poulie *f*, paſſe par la poulie *g*, & porte le poids *b*: qui eſt ſuffiſant pour faire trainer la planche *a b*, vers *f*. Soit à preſent le poids *i* de la pendule *k*, & qu'au fond de ce poids *i*, ſoit attaché un autre cordon, qui, paſſant par la poulie *n*, aille aboutir à l'axe, ou rouleau de la poulie *f*, mais dans un ſens contraire du cordon *b f*; de façon que l'action du poids *b*, ne ſoit point dans la liberté d'agir, qu'autant que le cordon *f n i* lui permet de tourner la poulie *f*. On voit bien par cette conſtruction, que la planche *a b* aura un mouvement horizontal, auſſi regulier vers *f*, que celui de la pendule; & que celle-ci n'en ſouffrira aucun obſtacle dans ſa marche, même il y aura une tendence à en augmenter la force motrice du poids *i*. Il dependra de la proportion du diametre de la poulie *f*, de celui de ſon ſécond cercle, relativement à longueur de la planche *a b*, & de l'eſpace que le poids *i* aura à deſcendre, que cette planche ſoit une ſémaine entière, ou même un mois, à parcourir l'eſpace *m e*. Ainſi, il n'y a qu'à couvrir cette planche *a b*, avec du papier; & la diviſer en ſept, ou même en trente parties, pour que chacune repréſente l'eſpace d'une journée: & ſi l'on ſubdiviſe chacune en 24 parties, par des lignes plus délicates, on aura l'eſpace correſpondant à chacune de ces 24 heures.

373. *E.* Il ne s'agit donc, à préſent, que d'ajouter un crayon à chacun des inſtrumens météorologiques, qui, comme je l'ai ſuppoſé ci-deſsùs, doivent avoir un mouvement vertical, de façon qu'étant pouſſé proprement, par un foible réſort, contre le papier, il y marquera à chaque heure, la hauteur, ou le degré, où inſtrument ſe trouvera actuellement.

373. *F.*

373. *F.* Les lignes, ou diviſions verticales, marqueront alors non ſeulement les *jours* de la *ſemaine*, ou du *mois*; mais auſſi les *heures*: & même, ſi l'on veut, les *demi-heures* de chaque jour. Et les lignes horizontales marqueront les *hauteurs*, ou les *degrés* correſpondans à la variation de chaque inſtrument.

373. *G.* On aura ſoin d'arranger chaqu' inſtrument à la hauteur convénable: &, pour que le trait de ſon crayon, ne ſe confonde point avec celui d'un autre, & il ſera à-propos de mettre des crayons rouges à ces inſtrumens, alternativement avec les crayons noirs, à fin d'en empecher la confuſion. Si le mouvement vertical de quelqu' inſtrument eſt trop grand, pour entrer dans la hauteur de la planche, on le réduira par le moyen d'un levier: & la même méthode ſervira pour l'agrandir, en cas qu'il ſoit trop petit, à fin y être apperçû aſſez diſtinctement.

374. Je me flate que tout homme, qui connoit un peu la Méchanique, n'aura pas la moindre difficulté, ſur la practicabilité des idées, que je viens d'expoſer. Mais à l'égard de ceux, qui trouvent de la difficulté par tout, je leur citerai la pendule qui marche, depuis plus de quinze ans, au Palais du Roi (Buckingham-houſe) à Londres, faite par Mr. Cummings, ſon horloger. Cette pendule, qui eſt magnifique, marque les hauteurs du Barometre avec la plus grande exactitude. Le même fameux Artiſte a une autre pendule de cette eſpece, toute achevé chez lui, dont le prix va à près de 500 louis d'or. J'ai fait mention de la prémiere de ces pendules à l'Académie Royale des Sciences de Paris, dans une lettre que j'écrivis le 21 Juillet 1772, à Monſ. le Chevalier de Bory, que la même Academie nomma pour ma correſpondence, & qu'il a lut à l'aſſemblée. J'y en fis mention moi-même une autre fois en 1775, lorſque l'Academie déliberoit ſur l'affaire de charger quelque perſonne de confidence, à chaque port de mer, pour obſerver aſſiduement les différentes hauteurs des marées, avec toutes les circonſtances de l'heure exacte, & des vents qui les font varier ſouvent. C'eſt avec bien du plaiſir que je viens de lire à toute l'heure, dans le *Journal de l'Abbé Rozier*, du mois dernier (Janvier 1780, page 75), que Mr. Changeux avoit préſenté une machine de cette eſpece, en Juin dernier, à la même Academie Royale (peut-être ſans avoir aucune idée de celles de Mr. Cummings); & qu'il ſe propoſoit de faire conſtruire le *Thermométrographe*, l'*Anemométregraphe*, l'*Higrométregraphe*, &c. qui doivent avoir les mêmes propriétes.

374. J'ai fait exécuter auſſi une pendule, ſur une autre plan fort différent de celui de Meſſrs. Cummings & Changeux, & aſſurement bien plus œconomique que celle du prémier ; car elle n'en coutera pas la 15me partie de la dépenſe, lorſque tout ſon méchaniſme ſera achevé. Elle marche dejà chez moi depuis plus d'un an, ſans que j'aie eu encore le tems d'y faire ajouter les inſtrumens météorologiques. Au lieu d'un cercle, mis en mouvement par le rouage de la pendule, il y a quatre cylindres verticaux, ſur leſquels une longue bande de papier blanc, qui y eſt envelopée, paſſe d'un rouleau à l'autre, avec un mouvement auſſi régulier que celui de la pendule, dont la marche eſt d'un mois entier ſans être montée.

374. *B.* Mais pour ce qui regarde le méchaniſme du Météorographe, que je viens de propoſer ci-deſsùs, il pourra être exécuté aſſez bien, avec une dépenſe fort modique. Mon but étant de lever toutes les difficultés aux jeunes Philoſophes, & à tous ceux qui ſe trouvent bornés par leurs circonſtances, à exercer, avec peu de frais, leur penchant pour les récherches philoſophiques ; je n'ai pas balancé à entrer dans tous ces détails ; quoique je ſens bien qu'ils ne peuvent que devenir ennuyeux au lecteurs plus inſtruits. Ainſi, je prie ces derniers, de ne pas s'ennuyer d'avantage ; tandis que je me donne le plaiſir de continuer la communication de mes idées à ceux, qui voudront s'épargner le trouble de penſer à ces petites réſources, pour être à même de pourſuivre leurs obſervations de Phyſique, ſans déranger leurs affaires par une dépenſe plus conſidérable.

375. Voici actuellement, quelle eſt l'eſpece d'inſtrumens qui me ſemblent les plus propres, pour remplir les vues, que je viens de propoſer. Premièrement, pour faire les expériences barometriques, relatives à la météorologie, je crois que le *Barometre Statique* (N° 370,) eſt le plus avantageux. Cependant un *ſiphon*, avec une boule aſſez grande à la hauteur, où ſe font ſenſibles les variations de l'atmoſphere, peut bien ſervir au même objet, ayant une piece flotante, avec une tige de ſapin, au bout de laquelle on adaptera le crayon ci-deſsùs.

375. *A.* Il y a une eſpece de Thermometres, aſſez bien connue, repreſentée par le *fig.* 48 *a*, qui a la qualité qu'on ſouhaite. Car les deux, ou même quatre, grandes boules *m t*, ſont pleines d'eſprit de de vin ; & le tuyau *z*, avec les branches inférieures, ſont pleines avec du mercure. Ainſi, toutes *les expanſions* & *contractions*, cauſées par la

chaleur & par le froid, dans le fluide contenu dans les vaſes *m t*, qui ſont fermés, doivent faire *hauſſer*, ou *baiſſer*, le mercure dans le tuyau *z*. Une tige de bois, qui ſurnage dans le mercure, au-dedans du tuyau *z*, étant arrangée en ſorte qu'elle ne puiſſe tourner de coté, & ayant un crayon à ſon bout, doit donner le mouvement vertical, qu'on ſouhaite à ce crayon, pour marquer les degrés thermometriques, ſur la planche du Météorographe.

375. *B.* Il y a cependant le Thermometre metallique, qui eſt, peut-être, plus avantageux que le précédent. Pour le conſtruire, on rive fermement, ou même on ſoude enſemble, une lame d'acier avec une autre de laiton: car la chaleur & le froid font courber, plus ou moins, cette double lame, ſelon le degré du Thermometre. Il vaut mieux donner à cette double lame la forme ſpirale, pour l'avoir aſſez longue, à fin d'en agrandir le mouvement: la lame de laiton doit être au-dedans, & celle d'acier dans la partie convexe du-dehors. Cette lame étant arrêtée par un bout, fera mouvoir le crayon, qu'on attachera à l'autre bout (ou à une verge qui y ſera arrêtée), ſelon les différentes températures de l'atmoſphere.

375. *C.* On peut conſtruire auſſi, par la même méthode, un bon Hygroſcope, qui peut ſervir dans le cas, dont il s'agit, à montrer l'humidité de l'atmoſphere. L'on prend une régle de bois de ſapin, d'environ douze pouces en longueur, avec des fibres longitudinales: & on la colle fortement au-deſſous d'une autre du même bois, coupé de travers, comme la *figure* 49 *b* le repréſente. Cet inſtrument, qui eſt de l'invention de Mr. Whitehurſt, Membre de la Société Royale de Londres, marque fort décidement les variations de l'*humidité*, & de la *ſechereſſe*, en l'appliquant, comme le *Thermometre à lame-droite* ci-deſsùs.

376. Si l'on met 8, ou mêmes 32 pointes de bon crayon, ou, comme d'autres l'appellent, de la *mine de plomb*, dans la circonférence de la tige d'une *Girouete*, qui deſcend du toit juſqu'à la chambre du *Météorographe*, en ſorte qu'elles y forment un tour de ſpirale; on connoîtra par la hauteur reſpective de leurs traits, ſur la planche *a b* (fig. 60.), la direction des vents, qui ont regné dans chaque heure du jour.

376. *A.* L'*Anemometre* eſt un inſtrument pour méſurer la force des vents. Le Dr. Lind, Membre de la Société Royale de Londres, qui ſe

ſe trouve actuellement engagé dans un voyage aux Indes Orientales, pour des objets philoſophiques, inventa un de ces inſtrumens, qui eſt très ſimple. L'on en peut voir la deſcription, avec tout ſon détail, dans les *Tranſactions Philoſophiques*, vol. lxv. N° 34. Il conſiſte dans une eſpece de ſiphon, avec de l'eau au-dedans, que la force du vent ſouflant dans une branche, fait monter, plus ou moins, dans l'autre branche. Mais, comme l'eau eſt ſujette à être glacée par le froid, & à être évaporée irrégulièrement; je crois que l'on pourra y ſubſtituer du mercure, en formant le ſiphon, avec une courbure qui ſoit portion d'un cercle plus grand, comme dans la *fig.* 60 *b.* qui en repréſente la ſection. Le bout *s* doit être fermé par en haut, & avoir une embouchure laterale garnie d'une eſpece d'entonnoir, pour recevoir une plus grande quantité de vent. Le bout de la branche *r* ſera ouvert: & c'eſt dans celle-ci qu'on doit mettre une tige de bois leger, qui y flotera ſur un petit bouchon de liege. Il eſt evident, que ſi l'on fixe ce ſiphon à l'axe de la girouette, en ſorte que l'embouchure, en forme d'entonnoir, ſoit toujours tournée du coté du vent; la verge legère, qui flote dans le bras oppoſé du ſiphon, doit marquer la violence du vent, par un mouvement perpendiculaire à l'horizon. Ainſi, il ne s'agira que d'y ajouter un cercle horizontal, pour communiquer ſon mouvement au crayon du Météorographe, en toute ſorte de directions, que le vent puiſſe avoir.

376. *B.* Mais il y a encore d'autres moyens pour obtenir le même but. Car, ſi l'on met un reſſort ſpiral autour de la tige de la girouette, en ſorte qu'il ſoutienne un plan toujours oppoſé au vent qui ſouffle: il eſt evident que ſa force (ou viteſſe) ſera connue, par le moyen de la différente inclinaiſon de ce plan, qui doit avoir une coudée pour plier, plus ou moins, le reſſort; à fin de former des marques plus ou moins hautes, ſur la planche du Météorographe. On peut également employer auſſi, pour le même effet, un petit moulin, dont l'eſſieu horizontal faſſe élever des poids différens, dans une progreſſion arithmétique, pour exprimer les degrés de la violence de chaque vent: ou autrement on peut faire en ſorte, que ce même axe faſſe bander un reſſort ſpiral, qui portera un crayon, dont le mouvement vertical croitra ſelon les degrés de la force du vent, &c. Voyez la deſcription d'un *Anemometre* de Mr. Lemonoſow, dans le vol. ii. des *Commentaires Nouveaux* de l'Academie Imperiale de Peterſbourg, pag. 129.

376. *C.*

376. *C.* La *fig.* 60 *a.* repréſente la ſection d'un *Pluviometre.* C'eſt un vaiſſeau cylindrique bien regulier, d'un pied de diametre, & environ trois pieds de hauteur: on le fait de cuivre rouge, ou même de fer-blanc bien verniſſé au-dedans & au-dehors. Il y a une piece flotante *b* de cuivre rouge très legère, qui eſt creuſe & bien ſoudée. Celle-ci porte deux fils de cuivre, ou une tige de bois léger *c b*, qui paſſe par l'anneau du ſoutien *d*, & par le couvercle en forme d'entonnoir; c'eſt au bout de cette tige qu'on doit mettre le crayon, pour marquer la hauteur de la pluie, qui tombe dans un entonnoir préciſement du même diametre, que le cylindre *m n.* Cet entonnoir doit être mis ſur le toit de la maiſon, aſſez éloigné de tout autre bâtiment plus élevé: & doit avoir le tuyau *s r r r*, par lequel l'eau de la pluie tombe dans la cylindre *m n.* Il ſera bon d'y employer, au-dedans, la valve *s*, qui ferme legèrement l'embouchure inférieure de ce tuyau *r r r.* Le robinet *t* ſert pour vuider l'eau, à chaque fois qu'on remonte le Météorographe. Ce robinet eſt mis à une telle hauteur, qu'il reſte toujours aſſez de l'eau au-dedans, pour faire floter la piece creuſe *b.*

376. *D.* L'*Atmidometre*, ou inſtrument pour méſurer l'*évaporation*, doit être compoſé à peu près des mêmes pieces du *Pluviometre*, mais différemment diſpoſées. En prémier lieu, il y doit avoir un vaiſſeau de cuivre, comme celui repreſenté par la *figure* 60 *a.* La piece flotante *b*, qui eſt creuſe & de cuivre, porte trois fils de metal comme celui de la tige *c b*, ils paſſent à travers du couvercle en forme d'entonnoir *w s r*: & ſupportent un vaiſſeau de metal qui eſt expoſé librement à l'action de l'air: mais bien garanti de la pluie, par une eſpece de toit, qui empêche l'eau d'y tomber au-dedans.

376. *E.* On conçoit aiſément, que toute l'évaporation dans ce dernier vaiſſeau fera hauſſer la piece *b*, dans l'autre vaiſſeau, ſans que celui-ci ait aucune évaporation ſenſible, étant couvert par la piece en forme d'entonnoir *u e s r*; & à l'abri de l'action de l'air, & même de celle de la chaleur. Ainſi tous les changemens en hauteur montrés par le crayon attaché au vaiſſeau ſupérieur, doivent être attribués à l'évaporation ſouferte dans ce vaiſſeau, qui eſt tout-à-fait expoſé à l'action de l'air. On pourra faire augmenter ou agrandir l'échelle de ces variations, par le moyen d'un levier, comme je l'ai inſinué ci-deſsùs au N° 373. *G*: & l'on fera porter les différens mouvemens à la planche du *Météorographe*, en prenant les precautions que la méchanique fournit, pour que ces variations, ou mouvemens ne ſoient point dérangés ni confondus,

fondus, par ceux des leviers, ou pieces néceſſaires ; ou par la faute de bien en équilibrer chaque partie ſur ſon axe, &c.

376. *F.* On peut conſulter la deſcription de l'*Atmometre* inventé par le célébre Académicien de Peterſbourg, feu Mr. Richmann, dans le *vol.* ii. des *Nouveaux Commentaires* de l'Academie Impériale des ſciences de Peterſbourg, page 121. Cet inſtrument a l'avantage d'avoir un grand mouvement, avec fort peu d'évaporation ; parceque le vaiſſeau ſupérieur, où l'évaporation eſt exécuté, eſt chargé en ſorte qu'il reſte enfoncé au milieu de l'eau du vaiſſeau inférieur : ainſi, la moindre variation, cauſée dans ſon poids par l'évaporation, le fait monter conſidérablement dans l'eau. On peut donner le même avantage à celui que je viens de décrire ; mais ce ſera à l'expérience, qu'il appartiendra de décider ſur cette qualité, qui, peut-être, ſera contrebalancé par d'autres inconvéniens.

376. *G.* Enfin, on conſtruira ſur les mêmes principes le *Rhoiametre*, ou inſtrument pour marquer la hauteur préciſe de chaque marée ; c'eſt-à-dire, la quantité du *flux* & du *réflux* de la mer, ou, comm' on le dit, de ſon *ébe*, & de ſon *juſant* ; la quantité de la *durée* de chacun, & les *moments* où il commença, & où il finit. Pourvû qu'on puiſſe faire la communication (par un tuyau de plomb, ou par une rigole), entre l'eau d'un port de mer, & la cave, au-deſſous de l'endroit, où le *Météorographe* eſt établi : il ſuffit d'y mettre une piece flotante, avec un méchaniſme, ſemblable à celui que je viens d'indiquer dans les deux articles précedens (du *Plaviometre* & de l'*Atmidometre*), pour que toutes les variations ſoient marquées ſur la planche du même inſtrument ; en les réduiſant, par la même méthode, à la grandeur proportionelle d'*un pouce*, ou *démi-pouce*, pour chaque pied d'hauteur, &c.

P. S. *Dans le moment que cette page alloit être imprimée, j'appris que Mr. A. Walker, Demonſtrateur de* Philoſ. Expérimentale *à Londres, faiſoit exécuter une eſpece de* Météorographe Perpétuel *dans la ſalle, où il fait ſes* Leçons de Phyſique, *à coté de la* Place d'Hanovre. *Mr. le Dr. Wood y va donner auſſi des* Cours de Médécine. *La nouvelle application qu'il fait, avec grand ſuccès, des* Bains *de* différens Airs *a un grand nombre de maladies, ne fait pas moins d'honneur à ſon ſavoir, qu'à la pénétration de ſon génie.*

F I N.

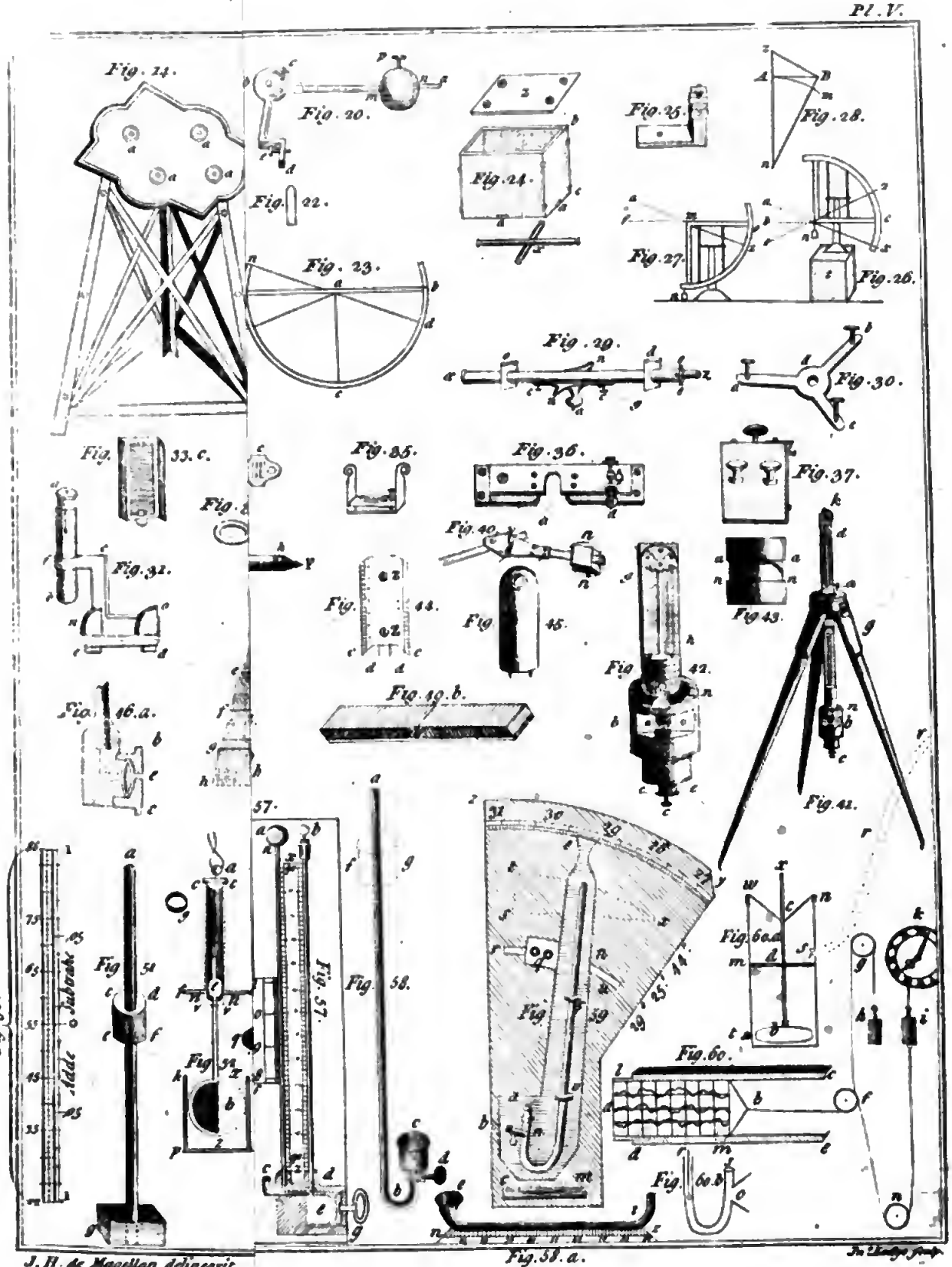
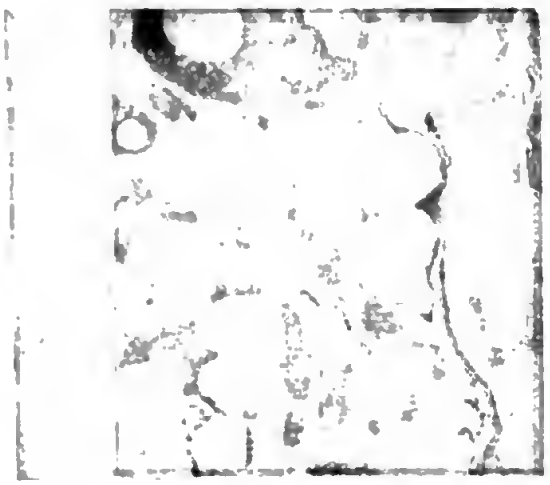


Fig. 14.
Fig. 20.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 28.
Fig. 27.
Fig. 26.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 33. c.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 32.
Fig. 40.
Fig. 44.
Fig. 45.
Fig. 43.
Fig. 42.
Fig. 49. b.
Fig. 46. a.
Fig. 41.
Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 57.
Fig. 58.
Fig. 59.
Fig. 60.
Fig. 60. a.
Fig. 60. b.
Fig. 61. a.
J. H. de Magellan delineavit.



00566722

Digitized by Google